



Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för skogsvetenskap

Institutionen för skogens produkter, Uppsala

Logistisk optimering av timmerplan
– En fallstudie av Kåge såg

Logistical optimization of the timber yard
– *A case study of Kåge såg*

Mikaela Berglund



Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för skogsvetenskap

Institutionen för skogens produkter, Uppsala

Logistisk optimering av timmerplan
– En fallstudie av Kåge såg

Logistical optimization of the timber yard
– *A case study of Kåge såg*

Mikaela Berglund

Nyckelord: logistik, sågverk, nulägesanalys, arbetsstudie, GPS Timber, investeringskalkyl

Examensarbete, 30 hp Avancerad nivå i ämnet företagsekonomi (EX0753)
Jägmästarprogrammet 08/14

Handledare SLU, inst. för skogens produkter: Mats Nylander
Examinator SLU, inst. för skogens produkter: Matti Stendahl

Sammanfattning

Transport, inmätning och lagring av timmer på timmerplanen är kostnadskrävande aktiviteter som påverkar svenska sågverks ekonomi i hög grad. I och med detta har flertalet svenska sågverk på senare år sett över internlogistiken och investerat i beslutsstöd på timmerplanen.

Kåge sågverk som ägs av Norra Skogsägarna har i och med investering av en ny såglinje ökat produktiviteten på sågen. Sågverket har en brant stigande utvecklingskurva och vill se över arbetet på timmerplanen för att möta produktionsökningen.

Syftet med denna studie är att göra en nulägesanalys av Kåge sågs timmerplan samt föreslå en ny timmerplansdesign. Maskinparkens kapacitet, arbetsfördelning och kostnader i transportarbete undersöks tillsammans med maskinförarnas uppfattning om maskinparken och arbetet på timmerplanen. En investeringskalkyl för datasystemet GPS Timber upprättas i syfte att undersöka systemets kostnad gentemot ekonomiska och organisatoriska vinster.

Kåge sågs timmerplan innehar både korsande materialflöden och transportflöden vilket är inoptimalt både logistiskt och arbetsmässigt ur maskinförarnas synvinkel. Timmerplanen har en lagerkapacitet på 31 860 m³ på det inmätta lagret respektive 10 134 m³ på det oinmätta lagret. Designen som föreslås utnyttjar frekvensläggning och zonindelning för att minska transportavstånden men samtidigt underlätta inläring av designen. Transportavstånden minskar i den nya designen med 4 033 km vilket innebär en vinst i arbetstid på 378 timmar.

I studien fastslås att Traktor 180 är snabbast av maskinerna på att lossa en lastbil och billigast av maskinerna, utifrån drifts- och dieselkostnad, vid förflyttning av virke med medelfyllt grip. Kalmar Höglyft har störst maskingrip och är billigast av maskinerna givet att den körs med fylld grip. Traktor 150 är snabbast i förflyttningshastighet. Maskinerna spenderar 40 % av arbetstiden åt att förflytta virke medan 21 % av tiden upptas av förflyttning utan virke.

Datasystemet GPS Timber har en payback-tid på mer än 10 år om endast dieselförbrukningen minskar i och med installation av programmet. Bidrar systemet till att minska kvalitetsförlusterna på grund av blånad och dra ned andelen stopp i mätstationen är payback-tiden ett år och tre månader. Nuvärdet i det fallet uppgår till mer än fyra miljoner konor. Kan Kåge såg dessutom gå ner i maskintid minskar payback-tiden ytterligare och nuvärdet är uppe på mer än åtta miljoner kronor.

Nyckelord: sågverk, nulägesanalys, arbetsstudie, GPS Timber, investeringskalkyl

Abstract

Transportation of timber, scaling and stocking at the timber yard are cost-demanding activities that affect the economy of Swedish sawmills. Numerous sawmills in Sweden has recently invested in computer systems to aid the internal logistics.

Kåge sawmill is owned by Norra Skogsägarna and has recently invested in a new saw-line which has raised the sawmills productivity. At the moment the sawmill has a steady development and wishes to evaluate the timber yard in order to handle the increase in production.

The objective of this study is to evaluate the timber yard at Kåge sawmill and create a new design for the timber yard. The mechanical equipment is reviewed in terms of capacity, division of work and cost of transportation. The machine workers opinion concerning the mechanical equipment and the work at the timber yard is investigated. A calculation regarding the investment of the computer system GPS Timber is produced in order to investigate the system cost toward economical and organizational profits.

The study found that Traktor 180 is the fastest machine to unload a timber truck and cheapest regarding machine- and fuel costs given transport with average load. Kalmar Höglyft has the largest carrying capacity and is cheapest in transport given a full load. Traktor 150 is fastest in movement at the timber yard. The machines spend 40 % of their working time to move timber whereas 21 % of the time is spent in movement without load.

GPS Timbers payback-time is more than 10 years considering only a reduction of fuel consumption. If the system contributes to reduction of losses in quality due to discoloration and decrease the number of stops in the measurement station the payback time is one year and three months. Net present value in that case constitutes more than four million SEK. Supposing the sawmill could reduce the working time of the machines the payback-time decreases and the net present value rise to more than eight million SEK.

Keywords: sawmill, timber yard, workstudy, GPS Timber, investment calculation

Förord

Detta examensarbete avslutar mina fem år av inspirerande Jägmästarstudier. Dessa år har varit bland de roligaste och mest utvecklande i mitt liv och jag vill uppmana alla att ta chansen att upptäcka både en spännande bransch och ett lärorikt studentliv.

Jag vill tacka Sågverkschef Johan Oja för möjligheten till ett inspirerande och utmanande examensarbete och stöd under detta. Främst maskinförarna men även övrig personal på Kåge såg förtjänar en eloge för tålamod med mitt oändliga rännande på timmerplanen och bidrag med kunskap kring arbetet. Jag har trivts väldigt bra under tiden på Kåge såg och fått ett trevligt mottagande på en arbetsplats med uppsluppen stämning. Jag vill även rikta ett tack till min handledare på SLU, Mats Nylinder, för värdefulla kommentarer under arbetets gång.

Kåge såg ligger i Norrland och då även jag har ursprunget där, har jag stundtals fått påbackning för att använda uttryck som enligt vissa inte kan betecknas som svenska. Det enda uttrycket jag valt att behålla är ”oinmätt”, det betyder ej inmätt.

Över och ut i arbetslivet!



Innehållsförteckning

Sammanfattning

Abstract

Förord

Innehållsförteckning	5
1. Inledning.....	7
1.1 Bakgrund	7
1.1.1 Företagsbeskrivning	7
1.2 Problembeskrivning.....	8
1.3 Syfte	9
1.3.1 Avgränsning.....	9
1.4 Tidigare forskning.....	10
1.4.1 Vetenskapligt bidrag.....	12
2. Teori.....	13
2.1 Logistik, lagring och layoutteori	13
2.1.1 Logistik.....	13
2.1.2 Lagring och lagerprinciper.....	13
2.1.3 Materialflödeskartläggning	14
2.1.4 Layoututveckling.....	15
2.2 Produktionskapacitet och resursutnyttjande	15
2.2.1 Produktionskapacitet	15
2.2.2 Resursutnyttjande.....	15
2.2.3 Lean production och The Toyota way.....	16
2.2.4 Värdeskapande och icke-värdeskapande aktiviteter	17
2.3 Ekonomisk kalkylering.....	17
2.3.1 Kalkylmetoder	17
2.3.2 Lastbärarens fysiska och ekonomiska resursutnyttjande	18
2.4 Teorins koppling till frågeställning och syfte.....	18
3. Utförande och metodteori.....	19
3.1 Fallstudie	19
3.1.1 Litteratursökning inför fallstudie.....	19
3.2 Primärdata	19
3.2.1 Teori om deltagande observation	19
3.2.2 Intervjuteori	20
3.2.3 Deltagande observationer och intervju på timmerplanen.....	20
3.2.4 Arbetsmätning	20
3.2.5 Tidsstudie på timmerplanen	21
3.2.6 Bildstudie	25
3.2.7 GPS - överblick.....	26
3.2.8 Mätning av timmerplanen	26
3.2.9 Möten gällande GPS Timber	28
3.2.10 Genomgång av investeringskalkylen.....	28
3.2.11 Fokusgrupp	29
3.2.12 Fokusgrupp gällande ny design	29
3.3 Sekundärdata	29
3.4 Databehandling.....	30
3.4.1 Beräkning av nulägesdesign på det inmätta lagret.....	30
3.4.2 Beräkning av nulägesdesign på det oinmätta lagret.....	31
3.4.3 Utformning av ny timmerplansdesign.....	32
3.4.4 Analys av maskiner	32
3.4.5 Investeringskalkyl för GPS Timber	33
3.5 Validitet, reliabilitet och etik.....	34

3.5.1 Teori om validitet och reliabilitet i kvantitativa och kvalitativa forskningsmetoder	34
3.5.2 Validitet, reliabilitet och etik i denna studie	35
4. Resultat och Analys	37
4.1 Nulägesbeskrivning	37
4.1.1 Materialflödesschema	37
4.1.2 Timmerplanens utformning utifrån observationer	38
4.1.3 Sammanställning av deltagande observationer och intervjuer gällande arbetet på timmerplanen	39
4.1.4 Kåge sågs timmerplan i teorin	44
4.1.5 Ny timmerplansdesign på det inmätta lagret	45
4.1.6 Differensen mellan nuläget och ny timmerplansdesign på det inmätta lagret	47
4.1.7 Ny timmerplansdesign på det oinmätta lagret	47
4.1.8 Presentation av timmerplans- och fackdesign	48
4.1.9 Analys av nuläget och nya designförslag	49
4.2 Maskinparkens kapacitet och arbetsfördelning	50
4.2.1 Moment och produktivitetsredovisning för alla maskiner	50
4.2.2 Maskinernas arbetsfördelning	52
4.2.3 Maskinernas arbete utifrån GPS - överblick	54
4.2.4 Analys	56
4.3 Investeringskalkyl för GPS Timber	57
4.3.1 Programinformation	57
4.3.2 Investeringskalkyl för GPS Timber	59
4.3.3 Analys av GPS Timber	60
5. Diskussion	63
5.1 Övergripande teori och metodteori	63
5.1.1 Alternativa tillvägagångssätt	63
5.1.2 Metodteori	63
5.1.3 Databehandling	65
5.1.4 Forskningsetiska aspekter	65
5.2 Jämförelse med tidigare forskning	65
6. Slutsatser och rekommendationer	66
6.1 Förbättringspotential på Kåge såg	66
6.2 Slutsatser utifrån frågeställningar	66
6.2.1 Nulägesanalys och nytt designförslag	66
6.2.2 Teoretisk och ekonomiska analys av maskinpark	66
6.2.3 Investeringskalkyl av datasystemet GPS Timber	66
Referenser	67
Bilagor	68

1. Inledning

1.1 Bakgrund

Svenska sågverks lönsamhet har utmanats under de senaste åren på grund av minskad efterfrågan på sågat virke och en stark valuta (Skogsindustrierna 2012a, 2013a). Flertalet omvärldsfaktorer påverkar marknaden men sågverkens lönsamhet påverkas också av möjligheten till inre effektivitet och resursutnyttjande. Den största kostnadsposten för svenska sågverk utgörs av råvaran och mycket arbete går ut på att optimera både utbyte (Lindholm, 2006) och råvaruhantering (Lundahl, 2009). Transport, inmätning och lagring av timmer på timmerplanen är kostnadskrävande aktiviteter som påverkar sågverkens ekonomi i hög grad. I och med detta har flertalet sågverk på senare år sett över internlogistiken och investerat i beslutsstöd på timmerplanen (Lundahl, 2009; Mathias Ericsson, 2014 pers.komm). Syftet med översynen är att underlätta timmerflödet och optimera trucklogistiken för effektivare produktion och ekonomiska såväl som miljömässiga vinster.

1.1.1 Företagsbeskrivning

Norra Skogsägarna är en ekonomisk förening som ägs av enskilda markägare med ett gemensamt skogsinnehav på uppemot en miljon hektar (Norra Skogsägarna, 2014). Med en skoglig organisation såväl som fyra industrier jobbar Norra Skogsägarna för att kunna leverera bra virkespriser till sina medlemmar. Föreningens industrier består av två sågverk, ett i Sävar och ett i Kåge samt en komponentfabrik i Ostvik och en stolpfabrik i Agnäs.

Kåge sågverk är inriktat mot gran och furu med en årlig produktion av ca 195 000 m³ sågad vara (Johan Oja, 2014 pers.komm). ”Nya Kåge Såg” invigdes 2011 då såglinjen byggdes om till en av Europas modernaste och, med sina 45 meter, kortaste såglinjer. Sågverket har i dagsläget en brant stigande utvecklingskurva och lägger ner omfattande arbete för att bättre ta vara på möjligheterna kring den ökade produktionen som möjliggjordes i och med den nya såglinjen.



Figur 1. Översikt över Kåge sågs timmerplan. ©Berglund

Figur 1 visar en översiktsskild över Kåge såg där sågintaget samt mätarbordet är utmarkerat med pilar. För närvarande arbetar tre maskiner med all hantering av timret från lossning till sågintag. "Kapområde" är ett område dit maskinerna fraktar överlänga eller krokiga stockar för manuell kapning. Detta i syfte att reducera stockarnas längd eller såga bort eventuella krokarna som medför att sågen inte kan bearbeta stocken. På området utmärkt "lossning" lossas huvuddelen av inkommande lastbilar om lossning sker direkt på mätbordet eller till oinmätta vältor i anslutning till lossningsområdet. Ska lossning ske till oinmätta vältor på område benämnt "Linds tomt" tas lastbilarna upp till detta område i mån av plats. Slaskfacket är utmärkt med ett S på Figur 1 och är ett från sågen utstickande fack där stockar som ej tillhör sågad timmerklass hamnar. Det finns ett fixbord på ett av vältstöden norr om mätstation vilket är utmärkt med ett F på kartan. Fixbordet utnyttjas av maskinförarna för att jämna till stockarna i gripen innan de läggs på vältor eller sågbord.

1.2 Problembeskrivning

Den effektiva såglinjen på Kåge såg ställer krav på dels en ökad råvaruförsörjning från skogen men även på sågverkets andra delar som lagerhantering och mätstation (Johan Oja, 2014 pers.komm). Sågen har liten möjlighet att påverka inkörning från skogen då en stor del av virket kommer från privata markägare varvid behovet av lagerytor är stort. Virke från privata markägare måste stockmätas¹ vilket tar lång tid och innebär att virket inte kan staplas i lika höga vältor som travmätt² virke då stockpartier från olika markägare måste åtskiljas från varandra. Kåge sågs timmerplan har från 2013 utökats på den del som utgörs av oinmätt timmer för att möta produktionsökningen och säkerställa ett effektivt flöde till mätstationen som beskrivs som en flaskhals. En lageryta som tidigare var oasfalterad och därmed inte kunde utnyttjas under blöta höstar har asfalterats för att öka lagertillgängligheten.

En flaskhals är en resurs som begränsar resterande produktion på så vis att den inte kan producera material motsvarande behovet (Olhager, 2000). Beläggningen på resursen är större än eller lika med 100 % och resursen har oftast den största bufferten framför sig. Olhager (2000) benämner arbetet i eller efter flaskhalsen för det kritiska nätverket och trycker på vikten av noggrann planering kring nätverket för att säkerställa hög utnyttjandegrad.

Quang och Vikstedt (2013) utförde en stopptidsanalys för att mäta utnyttjandegraden på Kåge sågs mätstation och minska antalet stopp samt längden på stockluckor. Tidsstudien som genomfördes visade att 6,0 % av stoppen orsakades av fulla fack och 6,6 % av att mätarbordet var tomt. Detta upptog ca 3 % av totala drifttiden och är stopp orsakade av truckarnas arbete på timmerplanen. Stoppen påverkar mätstationens möjlighet att nå en hög utnyttjandegrad och därmed öka flödet till sågen.

Baserat på detta finns ett behov av att se över arbete på Kåge sågs timmerplan både ur logistisk och maskinell synpunkt. Om timmerplansdesignen optimeras ökar förutsättningen för maskinerna att hantera lagertoppar och säkerställa ett bra flöde till sågen. Vid slutet av 2013 drabbade stormen Hilde Norra Skogsägarnas verksamhetsområde och drabbade flertalet medlemmar varvid ökade volymer stormvirke väntas ankomma sågen under 2014. Detta skapar än större behov av en funktionell logistik då stormvirke ofta utgörs av individuellt sett små volymer från flera leverantörer och därmed kräver mycket lagringsyta.

¹ Stockmätning innebär att varje enskild stock kvalitetsbedöms och blir betalningsgrundande (VMF Qbera 2014).

² Travmätning är då virket bedöms på lastbilen i trave. Metoden kompletteras ofta med stockmätta stickprov (VMF Qbera, 2014).

Karl Hedin och SCA är två av flertalet företag som infört programvaran GPS Timber för att effektivisera timmerplanslogistiken på sina sågverk (Mathias Ericsson, 2014 pers.komm). Denna programvara har diskuterats även för Kåge såg men ekonomiska belägg för investeringen efterfrågas.

1.3 Syfte

Syftet är att med bakgrund i en vetenskaplig metod utvärdera och utveckla arbetet på Kåge sågs timmerplan.

Detta görs utifrån följande frågeställningar.

1. Nulägesanalys och nytt designförslag
 - I vilka värtor och fack ska timmerklasserna placeras för att minimera transportavstånd och samtidigt möjliggöra för maskinförare att lära sig timmerplansdesignen? Hänsyn tas till volymer av olika dimensioner och lastmaskinernas volymkapacitet.
 - Vilka indirekta vinster föreligger med en genomtänkt timmerplansdesign?
 - Hur upplever maskinförarna arbetet på timmerplanen och vilka förbättringsförslag har de som dagligen arbetar med detta?
2. Teoretisk och ekonomisk analys av maskinpark.
 - Vilka för och nackdelar har maskinerna enligt maskinförarna?
 - Vilken kapacitet har nuvarande maskinpark med avseende på hastighet i arbete och lastvolym?
 - Vilken arbetsfördelning föreligger mellan de olika maskinerna och hur bör denna förändras?
 - Vilka maskinkostnader föreligger i olika arbetsmoment?
3. Investeringskalkyl av programvaran GPS Timber.
 - Hur stora ekonomiska vinster kan tillgodoses vid implementation av GPS Timber?
 - Vilka organisatoriska vinster föreligger vid implementation av GPS Timber?

Målet är att skapa ett nytt designförslag för timmerplanen givet resultaten av nulägesanalysen och till viss del resultaten av frågeställning 2. Analysen av maskinparken och investeringskalkylen för GPS Timber förväntas skapa beslutsunderlag för Kåge såg om eventuella förbättrings- och investeringsmöjligheter.

1.3.1 Avgränsning

Arbetet avgränsas till att omfatta råvarans transport från lastbil till sågintag. Produktivitet och kostnadsberäkningar baserar sig på 2013 års produktion på Kåge såg.

Kåge sågs fluktuationer i råvaruleveranser på grund av säsongsvariationer och det faktum att mätstationen måste ha en hög utnyttjandegrad har skapat ett visst lagerbehov som fastställts av ledningen. Detta arbete går därför inte in på teori gällande lagernivå eller lagernivåns påverkan på kapitalinbindningen utan handlar om att effektivisera det lager som finns och logistiken för detta.

Den ekonomiska analysen av maskiner företas utifrån nuvarande maskinpark som uppgår till tre maskiner.

1.4 Tidigare forskning

Stefan (2011) har genomfört en simulering av arbetet på Bergkvist-Insjön ABs timmerplan. Bakgrunden till studien var att företaget som så många andra sågverk har haft problem att effektivt organisera timmerhanteringen från ankomst till sågbord. Varje aktör i simuleringsmodellen har tilldelats specifika restriktioner varvid tre olika scenarier har upprättats i syfte att effektivisera de två truckarnas arbete. I scenario 1 ökades mätstationsstationens buffert med ytterligare en last men möjligheten att lasta av på marken fanns kvar om kö uppstod i avlastningen. I scenario 2 fanns den extra och därmed tredje bufferten kvar men truckarna fick i detta fall inte lasta av på marken om kö uppstod. I scenario 3 tilldelades truckarna olika ansvarsområden där en var ansvarig för avlastning av inkommande lastbilar på mätbordet medan den andra trucken var ansvarig för att sågbordet matades med råvara samt att facken vid sorteringsbordet töms. Den tredje bufferten i de två första scenarierna var borttagen i scenario 3 och det var tillåtet att lasta av på marken. Resultatet visar att scenario nummer 3 med uppdelade ansvarsområden medförde högst produktionstid för sågen, kortast väntetid för ankommande lastbilar och effektivare utnyttjande av truckarna. Stefan (2011) fastställer att den tredje bufferten i Scenario 1 inte ökar sågverkets prestation på grund av att mätstationens produktivitet är densamma. Bufferten tillåter dock en av truckarna att ha en 20 minuters rast från arbetet vid mätstationsbordet per 25 minuters arbete.

Lundahl (2009) genom Träcentrum Norr har genomfört ett projekt med syfte att utvärdera och förbättra logistiken på timmerplan samt skapa förutsättningar för ett simuleringsverktyg som kan användas av flertalet sågverk. I slutrapporten beskrivs problematiken kring arbetet på timmerplanen som i regel är en kostsam del av sågverkens verksamhet. Timmervältor och fack har historiskt tilldelats statiska placeringar utan utvärdering gällande logistik, bränsleförbrukning eller produktionsutfall. I projektet genomfördes en simulering vilken visar att transportbehovet generellt kan minskas om fack och vältor flyttas till optimala positioner och facken töms med längre intervall. Martinsons stod som värd för simuleringen men det planerade försöket att implementera simuleringen på Martinsons timmerplan genomfördes inte. Detta då simulerat scenarios huvuddrag redan genomförts parallellt med projektet varvid Martinsons valde att utom projektet vidareutveckla och utvärdera ett förslag som innebar kortare vältor och fler körvägar. Detta i syfte att snabbare omsätta timret i respektive vältor.

Wänstedt (2006) har undersökt kvalitetsbrister i timmerhanteringen för Jämtlamell AB. Examensarbetet behandlar främst barkavdragens påverkan på timmersortering men då undersökningen påvisade problem med logistiken på timmerplanen föreslogs även en ny layout för timmerplanen. Relevanta upptäckter med anknytning till detta arbete är felaktig hantering som kan uppstå på grund av att trucken hämtar från fel vältor, stocken sorteras fel på grund av barkavdrag eller felaktighet vid inmätning. Detta undersöktes aldrig djupare men det fastställdes att råvaruutbytet minskar om fel postning används och kvaliteten på den färdiga produkten sjunker om vankant uppstår. I den föreslagna layouten skapades dimensionsglapp mellan intilliggande vältor för att minimera risken att truckföraren hämtar från fel vältor vilket kan uppstå om liknande dimensioner ligger bredvid varandra.

Bexell (2011) har i ett examensarbete analyserat olika timmerplansdesigner med hjälp av simuleringsverktyget Simsaw. Syftet var att hitta en lösning som ger hög fyllnadsgrad i timmerlagret där olika timmerplansdesigner med investeringar i vältstopp och utbyggnad av

timmerplanen simulerades. Syftet med Bexells (2011) arbete liknar i stort syftet för detta arbete men skiljer sig åt i angreppsmetod. Utplacering av timmer till vältta sker slumpmässigt och truckarnas transportsträckor går inte att utläsa i simuleringsprogrammet. Truckarnas transportsträcka används därmed inte som resultatparameter i simuleringen utan angrips i och med ABC – metoden. Om volymsfördelningen skapar en kurva där 20 % av klasserna står för 80 % av volymen skulle det vara lönsamt att placera klasserna med störst volym närmast sågintaget. Volymsfördelningen på det studerade sågverket stämde dock inte in på detta och i en simulering där området närmast sågen tilldelades de volymsmässigt största klasserna minskade istället möjlig lagringsvolym.

Lindgren (2009) har i en fallstudie analyserat datasystemet GPS Timber som installerades 2007 på SCA Rundviks sågverk. En optimering företogs också på timmerplanen för att minimera transportavståndet. Resultatet visade att truckförarnas arbete har förenklats i och med införandet av systemet även om ytterligare förbättringar kan göras. Optimeringen som gjordes var ej fullständig varvid det i arbetets rekommenderas att vältplacering och timmerklassernas fördelning i vältorna ses över såväl som maskinparkens kapacitet.

Larsson (2004) har undersökt internlogistiken på sågverket Geijer Timber Torsås genom en frekvensstudie av arbetsmoment och en geografisk frekvensstudie av position. Detta examensarbete undersökte truckarna som arbetade i anslutning till justerverk, råsortering hyvellinjer och utlastning. Närmare 20 % av truckarnas arbetstid åtgick till att flytta andra virkespaket för bättre åtkomst, tid som skulle kunna utnyttjas mer effektivt. I diskussionen föreslås en lagerförändring utifrån frekvens där de mest frekvent förekommande längderna lagras för sig. Författaren framför också i diskussionen att införandet av truckdatorer och ett system för paketpositionering troligtvis skulle minska den tidskrävande manuella hanteringen med listor och minska tiden som åtgår till att leta efter virkespaket.

Aronsson och Karlsson (2013) såg över material och produktionsflödet på ett företag som bearbetar gjutgodskomponenter i syfte att ge förslag på effektiviseringar av processen. Detta företogs genom att kartlägga flödesvägar, granska lagerhantering och se över fabrikslayouten. Arbetet resulterade i en nulägesanalys utifrån vilken slöserier identifierades och förslag på två nya fabrikslayouter framlades. En optimal fabrikslayout utan hänsyn till fysiska restriktioner och en layout med hänsyn till fysiska restriktioner arbetades fram i syfte att generera ett praktiskt genomförbart förslag.

Ovan nämnda arbeten berör på olika sätt syftet med detta arbete eller kan bidra empiriskt till olika delar av arbetet. Stefan (2011), Wänstedt (2006) Lundahl (2009), Bexell (2011), och Lindgren (2009) har alla med olika vinklingar utvärderat eller utvecklat arbetet på timmerplanen eller timmerplanens layout. Lindgren (2009) genomförde en utvärdering av programvaran som är i fokus för denna studie varvid erfarenheter kan inhämtas. Larsson (2004) har genomfört ett examensarbete som syftesmässigt liknar delar av detta arbete men som geografiskt befinner sig på andra delar av sågverket under andra förutsättningar. Aronsson och Karlsson (2013) befinner sig i annan industri men som i likhet med sågverksbranschen också kämpar för att förbättra sin internlogistik. Förutsättningarna skiljer sig men det finns fördelar med att inhämta erfarenhet från andra branscher då dessa kan ha hittat nya lösningar på samma grundproblem. Forskning handlar om att hitta nya lösningar och gå utanför ramarna, det är därmed inte mer än logiskt att gå utanför skogsbranschens ramar.

1.4.1 Vetenskapligt bidrag

Detta examensarbete utnyttjar vetenskapliga metoder för att lösa ett vanligt förekommande problem inom sågverksbranschen. Som ses av tidigare arbeten inom området har detta problem studerats vid andra tillfällen, vilket visar på aktualiteten av frågeställningarna. Ambitionen med detta examensarbete är att angripa problemet från flera håll och finna nya lösningar som kan vara svåra att identifiera i ett dataprogram. Metoden inbegriper både kvalitativa och kvantitativa studier vilket öppnar för en ökad förståelse av denna kunskapslucka och hur den ska hanteras i det fortsatta arbetet. Tidigare examensarbeten inom området sätts i detta examensarbete in i ett större sammanhang då även maskinförarna inkluderas i studien och förbättringsförslag inhämtas från de som dagligen arbetar på timmerplanen. Förhoppningen är att det ska ge underlag för fortsatta studier eller, beroende på resultat, bidra med nya lösningar inom området.

2. Teori

Detta delkapitel behandlar teori som utnyttjas för alla frågeställningar i arbetet. Under teorisökning inför denna forskningsrapport har flertalet teorier studerats men de som behandlas i nedanstående avsnitt är de som ansetts passa bäst antingen utifrån syftet med rapporten eller i diskussion med Kåges sågverkschef. Bakgrunden till valet av berörda teorier behandlas i delkapitel 5. Diskussion.

2.1 Logistik, lagring och layoutteori

2.1.1 Logistik

Logistik beskrivs av Lumsden (2006) och Jonsson och Mattsson (2011) som läran om effektiva materialflöden. Den läran syftar till att material ska finnas på rätt plats i rätt tid och skapa ekonomiska överskott. Logistik kan beskrivas som ett synsätt och det finns flertalet definitioner på begreppet där många inbegriper en helhetssyn på flöden. Effektiva flöden är viktigt såväl internt i ett företag som externt i hela försörjningskedjan.

Intern logistik åsyftar transporter och flöden internt på ett företag (Jonsson och Mattsson, 2011; Oskarsson et al, 2006). Det utgörs av aktiviteter som råvarumottagning, plockning, intern förflyttning mellan stationer, emballering och avsändning. Intern logistik eller materialhantering är ofta tätt sammankopplat med lagerhantering och de aktiviteter som uppstår i samband med detta.

Ur effektivitetsperspektiv samt ekonomisk och samhällelig synvinkel finns det anledning att se över logistiken i företag (Jonsson & Mattsson, 2011). Minskas antalet transporter minskar bränsleförbrukningen vilket leder till bättre ekonomi och mindre utsläpp som påverkar miljön såväl i närområdet som till omgivande luftrum.

2.1.2 Lagring och lagerprinciper

Principerna för lagring skiljer sig åt beroende på om syftet är att kontinuerligt plocka artiklar eller att skapa buffert (Jonsson och Mattsson, 2011). Målet vid lagerutformning är att ha en hög fyllnadsgrad samtidigt som lagerhållning samt hanterings- och driftskostnaderna är låga. Oskarsson et al. (2006) och Lumsden (2006) menar att lager bör utformas med avseende på artiklars uttagsfrekvens, kvantitet samt vikt och volym. Vanligt förekommande artiklar eller skrymmande artiklar med stor volym eller hög vikt ska ligga på lättåtkomliga ställen för att öka plockeffektiviteten. Maskinen som plockar ihop artiklar kör då en kortare runda och det är möjligt att lagra större volymer utan att använda mer lageryta.

Lagerutnyttjande handlar dels om hänsyn till ovan nämnda produktsammanhang men en lagerlayout ska förutom maximalt lagerutnyttjande även ta hänsyn till servicenivå (Tompkins et al, 2010). Detta innebär att material ska vara lättåtkomligt. Om möjligt ska produkter staplas på höjden för att öka utnyttjat lagerutrymme och vägarna för att nå materialet ska vara raka, av ändamålsenlig bredd och riktade mot in eller utgång från lagret. Transportvägar bör dessutom vara väl utmärkta då det annars finns risk för att materialutrymmet börjar inkräkta på transportvägar och därmed minskar åtkomsten. Samma princip gäller själva materialutrymmet, ingen produkt får ställas så att den blockerar eller inkräktar på utrymme som är tänkt till en annan produkt eftersom att tillgängligt utrymme då minskar.

Lagerplacering kan vara antingen fast eller flytande där fast lagerplacering innebär att varje sortiment har sin bestämda plats medan flytande lagerplacering innebär att sortiment läggs där det finns ledigt utrymme (Jonsson och Mattsson, 2005). Skapas fasta placeringar för produkter

är det enkelt att frekvenslägga³ dessa men nackdelen är att det krävs större lagringsyta. Detta då ytan måste dimensioneras för maximal volym och delar av lagret ligger tomt vissa perioder om produkterna inte finns i lager. Det är vanligt att fast och flytande lagerplacering kombineras.

Åtkomsttid är tiden det tar från att ett beslut om uttag av en produkt tas till att produkten är plockad ur lager medan genomströmning är den volym som passerar ett lager per tidsenhet (Lumsden, 2006). Genomströmningen påverkas av uttagsprincipen som utgörs av antingen först in, först ut (FIFU) eller sist in, först ut (SIFU). Artiklars medelliggtid påverkas inte av uttagsprincip däremot påverkas vissa artiklars maximala lagertid som är avsevärt större om SIFU tillämpas. FIFU-principen innebär vanligtvis att maximal liggtid blir densamma som lagrets omsättningshastighet. Långa liggtider kan leda till inkurans och krav på ombearbetning om produkten blir föråldrad under tiden i lager.

Att dela upp lagret i olika zoner kan effektivisera hanteringsarbetet om logistiskt likvärdiga artiklar läggs i samma zon. Jonsson och Mattsson (2005) diskuterar zonindelning utifrån bakgrunden att artiklar plockas ihop för montage men kopplar det också till principen om uttagsfrekvens där högfrekventa artiklar ska ligga lättillgängligt. Produkter kan utöver produktfamilj zonindelas med avseende på fysiska egenskaper eller hanteringskrav⁴.

2.1.3 Materialflödeskartläggning

Materialflödeskartläggning utnyttjas för att få en överblick över materialflödet i syfte att bland annat sänka genomloppstider, åstadkomma rationellare flöden eller effektivisera interna transporter (Jonsson & Mattsson, 2011). Aktiviteter som vanligtvis illustreras är operation, transport, kontroll och lagring, vilka ses i Figur 2 (Olhager, 2013). En operation är en aktivitet som förändrar ett material, utgörs av planering eller kalkylering. Transport innebär förflyttning mellan olika platser och kontroll innebär att man mäter, väger eller verifierar ett objekt på något sätt. Objekt i lager väntar på en operation eller annan aktivitet. Ett materialflödesschema utnyttjas när syftet är att åstadkomma en rationellare layout och redovisas visuellt i form av en skiss där olika aktiviteter och förflyttningar läggs in (Jonsson & Mattsson, 2011).

○ operation

→ transport

□ kontroll

△ lagring

Figur 2. Illustration och förklaring av symboler för materialflödeskartläggning enligt Olhager (2000).

Vid utformning och planering av ett produktionssystem är syftet att erhålla ett högt kapacitetsutnyttjande, korta genomloppstider och en hög flexibilitet (Olhager, 2000). Enkla och raka materialflöden som inte korsar varandra är eftersträfvansvärt för att minska

³ Frekvenslägga innebär att den produkt som har högst frekvens, det vill säga används mest, ska ligga lättillgängligt.

⁴ Produkters olika hanteringskrav kan exempelvis innebära att det krävs en maskin med specifika gafflar för att hämta dem. De kan alltså bara hanteras av en eller två maskiner vilket särskiljer dem från andra produkter.

kapitalbindning i systemet vilket i sin tur leder till jämnare förbrukning av råmaterial och mindre lagerbehov.

2.1.4 Layoututveckling

Tompkins et al. (2010) behandlar främst anläggningsutformning men principerna appliceras i detta arbete på det råvarutunga timmerlagret gällande utvecklande av lagerdesign och utrymmesutnyttjande. Tompkins et al. (2010) presenterar en tankemodell för utvecklandet av alternativa materialhanteringssystem vilken syftar till att vidga vyn för vad som är möjligt gällande materialhantering. I första fasen är målet att finna det teoretiskt ideala systemet vilket beskrivs som ett perfekt system utan kostnader, säkerhetsrisker och ett optimalt utnyttjande av utrymmet. I fas två visualiseras det ultimata idealsystemet som är det system som skulle vara möjligt givet utveckling av redan tillgänglig teknologi. Som ett tredje steg designas det teknologiskt möjliga systemet där tekniken finns men den är förenad med höga kostnader eller andra restriktioner som inte gör det möjligt att installera för tillfället. I slutändan är det ändå det rekommenderade systemet som ska installeras vilket är det mest kostnadseffektiva system som kan installeras i dagsläget utan teknologiska anpassningar.

Enligt Tompkins (2010) är det lättaste sättet att utveckla en lagerlayout att ta fram alternativa layouter och sedan utvärdera dessa utifrån principer gällande frekvens, produktkaraktistika och utrymmesutnyttjande. Lagerytan ritas upp och alla fasta objekt eller fysiska restriktioner ritas upp. Ankomst och utgångsvägar markeras såväl som olika sorters lagerutrymme. Material anvisas olika lagerutrymmen och alla transportvägar ritas ut. Om än en layoutmodell i sin simplaste form är det ändå av högsta vikt att olika lager och hanteringsprinciper appliceras under utformandet.

2.2 Produktionskapacitet och resursutnyttjande

2.2.1 Produktionskapacitet

Produktionskapacitet beräknas per produktionsgrupp eller planeringsenhet i ett företag och mäts vanligtvis i maskin- eller mantimmar (Jonsson & Mattsson, 2011). Den nominella kapaciteten utgörs av den kapacitet man räknar med att kunna använda i form av antal maskiner, antal skift och timmar för dessa samt antal arbetsdagar per planeringsperiod. Denna kapacitet kan dock vanligtvis inte nyttjas fullt ut utan hänsyn måste tas till kapacitetsbortfall som maskinhaveri, underhållsaktiviteter eller korttidsfrånvaro vilket medför en beräknad bruttokapacitet. Under arbetets gång uppstår dock situationer som gör att konstant produktion inte är möjlig på grund av väntetider, genomgång med arbetsledning, planering eller liknande. Kapacitet kan dessutom behövas för oplanerad tillverkning om omarbetning av produkter krävs. När hänsyn tagits till detta kvarstår nettokapaciteten vilket är den kapacitet som finns till förfogande för verksamheten. Kapacitetsplaneringens syfte är att matcha behov och kapacitet per period men också ackumulerat över tid.

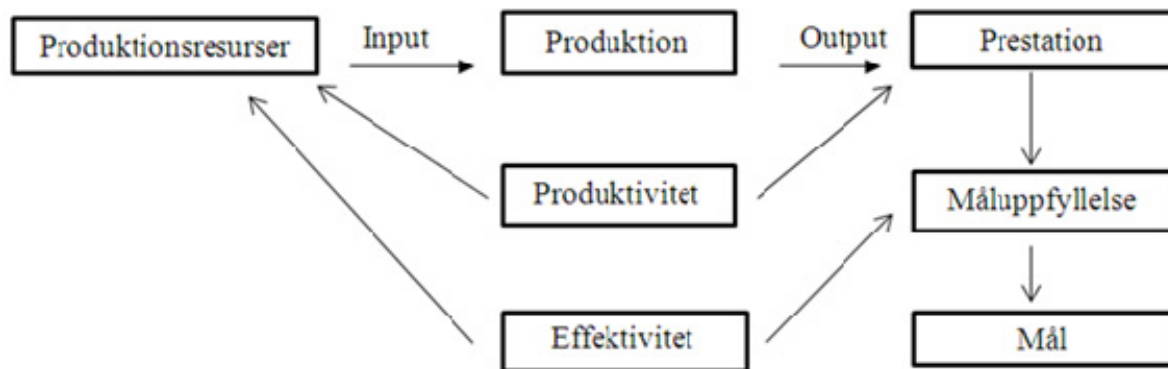
2.2.2 Resursutnyttjande

Lumsden (2006) menar att det i princip är omöjligt att ta hänsyn till alla faktorer som påverkar ett transportsystem. Det är svårt att skapa heltäckande kvantitativa modeller utifrån alla påverkande faktorer varvid kvalitativa modeller ofta används för att mäta eller uppskatta resursutnyttjande. Resurser delas upp personella, reala och finansiella resurser. Personella åsyftar personalen som ett företag har tillgång till, reala resurser utgörs av maskiner och andra fysiska tillgångar medan finansiella resurser avser monetära medel som företag kan utnyttja. I och med att dessa resurser finns i en begränsad mängd strävar man efter hög produktion givet vissa resurser alternativt viss produktionsnivå utifrån så lite resurser som möjligt. Detta ger en produktivitetsskvot:

$$\text{Produktivitet} = \frac{\text{Utflöde av vara eller tjänst}}{\text{Inflöde av resurser}}$$

Kvalitativt handlar det om organisationsförmåga och arbetsinsats. Kopplingen mellan produktivitet och företags lönsamhet är ofta stark.

Produktivitet beskriver hur man gör saker rätt medan effektivitet handlar om att göra rätt saker. Effektivitet är ett mått på nyttan av en utförd prestation och definieras utifrån måluppfyllnadsgrad. Inre effektivitet behandlar företagets inre processer medan yttre effektivitet handlar om företagets anpassning gentemot andra system. Velfungerande inre och yttre effektivitet kan hjälpa företag att uppnå verksamhetsmål och lönsamhet om de balanseras mot varandra, detta illustreras i Figur 3.



Figur 3. Kopplingen mellan produktivitet, effektivitet och hur det påverkar prestation och mål. © Lumsden (2006)

Individuella kostnadselement påverkar varandra på så vis att om kostnaden i en del av ett företag sänks så betyder det inte automatiskt att totalkostnaden sänks, en suboptimering kan ske. I ett distributionsnätverk är det lätt att skapa låga transportkostnader men levereras inte varor i rätt tid eller av rätt volym ökar ändå kostnaderna för hela företaget. Optimal balans mellan leveransservice och distributionskostnader eftersträvas för att maximera lönsamheten.

2.2.3 Lean production och The Toyota way

Liker (2009) skriver extensivt om framgångarna som biltillverkarna Toyota haft då de producerade bilar både effektivt och högkvalitativt. Lean production är ett försök att översätta den japanska effektiviteten till amerikanska förhållanden och de japanska tankegångarna har spridits världen över (Hågeryd et al, 2005). The Toyota way eller Lean production handlar om långsiktigt tänkande och ständigt lärande organisationer. Liker (2009) menar att det inte går att plocka endast enstaka verktyg ur denna lära utan att hela organisationen måste tänka Lean production. Intressanta principer för detta arbete är dock tankarna kring värdeflöde, en tillverkare som arbetar med Lean production har fokus på att produkten ska flöda genom värdeökande processer. Det som tillför värde för kunden är den fysiska eller informationstekniska omvandlingen av en produkt eller tjänst till något som kunden efterfrågar. Liker (2009) listar viktiga åtgärder för att förbättra verksamheter:

- Eliminera slöseri med tid och resurser
- Bygg in kvalitet i arbetsplatssystem
- Hitta billiga men pålitliga alternativ till kostsam ny teknologi
- Arbeta för att fullända affärsprocesserna
- Bygg upp en lärande kultur för ständiga förbättringar

En viktig grundpelare för denna lära är just att eliminera slöserier där sju huvudtyper av slöserier identifieras. Dessa utgörs av överproduktion, väntan, onödiga transporter, överbearbetning eller felbearbetning, överlager, onödiga arbetsmoment, defekter och sist men inte minst outnyttjad kreativitet hos de anställda. En annan viktig princip handlar om att jämna ut arbetsbelastningen, ha en planerad produktionsutjämning och inte alltid tillverka efter kundorder. Vanligtvis uppstår toppar och dalar i arbetsbelastningen vilket betyder att det måste finnas material och personal tillgängligt för den maximala produktionsnivån även om den genomsnittliga nivån är lägre. Lean production syftar till att stabilisera produktionssystem. En annan viktig princip för Lean production är den om standardisering gällande arbetssätt, förbättringsåtgärder och utnyttjande av personalens kunskaper. Standardisering ska inte vara begränsande, det bygger på att skapa en stabil process som sedan kan utvecklas och förbättras. De anställda ska vara delaktiga i arbetet och utforma dessa standardiseringar samt bygga in kvalitet i den dokumenterade standardiseringen.

2.2.4 Värdeskapande och icke-värdeskapande aktiviteter

Olhager (2000) diskuterar också slöseri eller som det även kallas icke-värdeskapande aktiviteter där de olika stegen i ett produktionssystem delas in i tre kategorier. Den första kategorin är värdeskapande aktiviteter varvid produkten förändras i produktionssteget. Kategorin Icke-värdeskapande aktiviteter utgörs av transporter och lagring. Enligt Olhager (2000) anser vissa att dessa aktiviteter är värdeskapande då de gör en produkt tillgänglig för kunder på den plats eller tidpunkt som kunden behöver den. En synpunkt på detta är dock att produkten kunde tillverkas i anslutning till kundens plats och tidsbehov. Nödvändiga icke-värdeskapande aktiviteter är den tredje kategorin vilket utgörs av aktiviteter som stödjer värdeskapande aktiviteter så att dessa kan utföras på ett effektivt sätt. Exempel på detta är produktions och inköpsplanering eller prognostisering.

2.3 Ekonomisk kalkylering

I ekonomiska termer är syftet med investeringskalkyler att beräkna lönsamheten för ett eller flera investeringsalternativ (Olsson, 2011). Beslutssituationerna ett företag står inför är ofta komplexa och konsekvenserna av ett beslut är inte enbart ekonomiska. Det är omöjligt att ta hänsyn till alla konsekvenser av ett handlingsalternativ men kalkylering syftar till att identifiera och utvärdera mätbara ekonomiska konsekvenser.

2.3.1 Kalkylmetoder

Det finns flertalet kalkylmetoder att utnyttja för investeringsbedömning där olika metoder har för- och nackdelar. Olsson (2011) menar att nuvärdesmetoden är en rättvisande och rättfram metod men att det i praxis har framkommit andra metoder för investeringsbedömning. Kapitalvärdet är ett mått som uttrycker avkastningen för en investering utöver det kalkylräntekrav som ett företag har (Bergknut, 1993). Kapitalvärdet är summan av investeringens orsakade inbetalningsöverskott diskonterade till en referenstidpunkt och om referenstidpunkten är förlagd till år noll är kapitalvärde detsamma som nuvärde. Är kapitalvärdet eller nuvärdet större än investeringen är det en lönsam investering (Yard, 2001). Paybackmetoden utan hänsyn till ränta är en annan vanlig metod för beräkning av investeringars lönsamhet. Paybackmetoden innebär att inbetalningsöverskotten av en investering summeras för att se när företaget har tjänat in det investerade beloppet. Det är en intuitiv metod som är lätt att förstå. En metod som kombinerar diskonteringsmetodernas och payback-metodens fördelar är payback-metoden med hänsyn till ränta. I denna metod adderas nuvärdena av en investering vilket fångar upp tidsavståndet till de framtida betalningarna. Yard (2001) menar dock att skillnaden mellan den konventionella payback-metoden och payback-metoden med hänsyn till ränta främst har en teoretisk skillnad. I praktiken är

resultatet av metoderna densamma men uträkningen för metoden med hänsyn till ränta är beräkningsmässigt krångligare. Olsson (2011) nämner också att Payback-metoden är lätt att använda då konsekvenserna endast behöver uppskattas under återbetalningstiden och att kalkylränta inte behöver uppskattas. Nackdelar som nämns är däremot att metoden gynnar kortsiktiga investeringar då den inte tar hänsyn till konsekvenser efter återbetalningstiden samt att den bortser från fördelar med stora inbetalningar som sker tidigt. Detta på grund av att räntehänsyn inte tas.

2.3.2 Lastbärares fysiska och ekonomiska resursutnyttjande

En lastbärares fysiska utnyttjande har tre dimensioner som utgörs av lastkapacitet, hastighet och tid (Lumsden, 2006). Dessa kan utnyttjas för att beräkna maskinens fysiska resursutnyttjande där tidsdimensionen åsyftar hur länge maskinen är i bruk under ett dygn. Lastkapaciteten utgörs av en kvot mellan utnyttjad lastkapacitet och tillgänglig lastkapacitet. Givet de tre nämnda parametrarna kan lastbärares ekonomiska resursutnyttjande beräknas genom att hänsyn tas till lastbärares generade intäkt och kostnad per tidsenhet. En lastbärare genererar en viss intäkt på så vis att den utför ett arbete som bidrar till slutprodukten värde. Lastbäraren har också kostnader dels för inköpet men även kostnader för den dagliga driften i form av bränsle och underhåll.

2.4 Teorins koppling till frågeställning och syfte

Tabell 1 redovisar teorins koppling till frågeställningar och syfte. Som ses i kolumnen ”Bidrar till” uppfylls inte alla frågeställningar med nämnd teori. Under kapitel 3. Utförande och metodteori tillkommer teori som syftar till att uppfylla resterande delar av frågeställningar och syfte vilkas bidrag redovisas under nämnda kapitelrubrik.

Tabell 1. Teorins koppling till frågeställning och syfte

Teori	Fr.s t.	Bidrar till	Datainsamlingsbehov
Logistik Lagring och lagerprinciper Mtrl.flödeskartläggning Layoututveckling	1	Skapandet av en logistiskt optimal layout	Vältornas volymkapacitet samt avstånd till såg och mätbord Timmerklassernas årsvolym Timmerklassernas maxavstånd till såg givet enskilda timmerklassers dimensionsspann Maskinernas hastighet och lastkapacitet (gripvolym)
Produktionskapacitet Resursutnyttjande Lean Production The Toyota way Värdeskapande aktiviteter Lastbärares resursutnyttjande	2	En teoretiskt grundad undersökning av maskinparkens kapacitet och arbetsfördelning	Maskinernas hastighet och lastkapacitet (gripvolym) Maskinernas för och nackdelar i arbete Maskinernas nuvarande arbetsfördelning och anledningar till detta Maskinernas driftskostnader
Kalkylmetoder	3	En teoretiskt grundad undersökning av GPS Timbers ekonomiska värde vid implementation	GPS Timbers syfte och tidigare erfarenheter av datasystemet såväl ekonomiskt som organisatoriskt Datasystemets investeringskostnader och löpande driftskostnader Beräkning av eventuella ekonomiska vinster

3. Utförande och metodteori

Detta delkapitel beskriver den underliggande metodteorin och det praktiska genomförandet för alla delar av examensarbetet. Delkapitlets namn ger indikation på om det rör sig om teori eller genomförande. Enklare beräkningar genomförs i denna del då det senare krävs för resultatberäkningarna.

3.1 Fallstudie

En fallstudie är inte en metod utan en strategi för att systematsikt studera en företeelse (Denscombe, 2009; Merriam, 1994). I de flesta fall undersöker en fallstudie en enhet eller en händelse som därmed kan studeras i detalj. Fallstudien möjliggör användandet av en rad olika källor och skiftande insamlingsmetoder i syfte att fånga många variabler och insamla både kvalitativa och kvantitativa data. Denscombe (2009) beskriver att observationer kombinerat med informella intervjuer eller dokument från officiella möten är vedertagen metodik. En helhetsinriktad förståelse av den undersökande enheten eftersträvas för att utifrån detta utveckla generella teoretiska påståenden. Gällande generaliserbarhet är varje fallstudie unik men i och med att valda studieobjekt ofta ingår i en bred kategori med gemensamma kännetecken kan fallstudiens resultat generaliseras i viss mån.

3.1.1 Litteratursökning inför fallstudie

Litteratursökning har skett på webbaserade biblioteksresurser som redovisas i Tabell 2. I fall där akademiska rapporter funnits redovisade i de webbaserade resurserna men inte varit tillgängliga för fysisk avhämtning eller nedladdning har kontakt tagits med berörda bibliotek eller universitetsavdelningar för beställning via mail. Kontakt togs med en forskare i Finland för att se om erfarenheter kan inhämtas från grannlandet. I kontakten framkom att de jobbar utifrån nästan samma förutsättningar som de svenska och förslag gavs på en forskningsartikel producerad i Sverige.

Tabell 2. Webbaserade resurser utnyttjade för litteratursökning med hänvisning

Resurs	Återfinns
Diva – Academic Archive On-Line	http://www.diva-portal.org/smash/search.jsf
Luleå Tekniska Universitet - Primo	http://ltu-primo.hosted.exlibrisgroup.com/primo_library/libweb/action/search.do?&vid=LTU&fromLogin=true
Luleå Tekniska Universitet - Learning Resource Center	http://www.ltu.se/ltu/lib
Kungliga biblioteket – Libris	http://libris.kb.se/
Sveriges lantbruksuniversitet - Primo	http://www.slu.se/sv/bibliotek/
Sveriges lantbruksuniversitet –Epsilon	http://www.slu.se/sv/bibliotek/publicera/sok-epsilon/

3.2 Primärdata

3.2.1 Teori om deltagande observation

Deltagande observation är en metod varvid forskare i olika hög grad deltar i ett forskningssammanhang för att observera, lyssna och ställa frågor under en viss period (Denscombe, 2009). Forskaren kan delta i olika hög grad i sammanhanget genom att studieobjekten antingen är helt omedvetna om att de studeras eller är fullt medvetna om både forskaren och dennes syfte. Metoden skapar grund för en holistisk förståelse av det studerade då händelser kan observeras i sin kontext och komplexa eller sociala processer studeras utifrån de observerades synvinkel. Insamlat material får därmed högre validitet.

3.2.2 Intervjuteori

Intervju är en passande metod när komplexa eller subtila fenomen ska undersökas där det finns behov av insikt i människors uppfattningar, åsikter och känslor (Denscombe, 2009). Metoden är lämplig om det är ett fåtal nyckelpersoner som har eftersträvansvärd informationen baserat på erfarenhet eller position.

Det finns tre typer av intervjuer baserade på struktureringsgrad där en strukturerad intervju är nästan som ett frågeformulär med fasta frågor och begränsade svarsalternativ (Denscombe, 2009). En semistrukturerad intervju innehåller också färdiga frågor eller förbestämda ämnen men svarsalternativen är öppna och den intervjuade tillåts utveckla sina idéer. Vid ostrukturerade intervjuer tillåts den intervjuade helt utveckla idéer och tankegångar fritt utifrån ett fastställt ämne. Övergången mellan en semistrukturerad och en ostrukturerad intervju är glidande men intervjutyperna har som ansats att upptäcka nya saker och är fördelaktiga då komplexa frågor undersöks.

3.2.3 Deltagande observationer och intervju på timmerplanen

Inledningsvis genomfördes deltagande observationer där författaren åkte med de 10 heltidsanställda under två timmar vardera. Maskinförarna var informerade om vad som skulle studeras och vilken roll författaren innehar i sammanhanget. Under observationen genomfördes ostrukturerade intervjuer där författaren frågade hur och varför maskinförarna arbetade som de gjorde. Frågor ställdes gällande hur maskinförarna själva skulle vilja utforma timmerplanen eller maskinparken och varför de har den timmerplansdesign som de har idag. Händelsespecifika frågor ställdes kring uppkomna situationer då metoden blev en kombination mellan deltagande observation och intervju. Maskinförarna styrde ibland själva vad som diskuterades och författaren bad dem utveckla olika resonemang varvid olika ämnen diskuterades i olika hög grad vid de olika tillfällena.

Då deltagande observationer genomfördes löpande under de första veckorna av arbetet växte författarens kunskaper om arbetet på timmerplanen och frågor eller förbättringsförslag kunde diskuteras på en djupare nivå.

3.2.3.1 Bidrag till frågeställningar

Syftet med de deltagande observationerna var främst att författaren skulle lära sig hur de anställda arbetar och fånga upp eventuella förbättringsförslag samt få en uppfattning om eventuella hänsynstaganden i den nya designen. De deltagande observationerna bidrar till Frågeställning 1 och 2 men i och med att de anställda har frågat eller velat diskutera GPS Timber bidrar observationstillfällena även till Frågeställning 3.

3.2.4 Arbetsmätning

Arbetsmätning syftar till att analysera faktiskt arbete för att fastställa arbetsmetod och standardtider för olika arbetsmoment (Hågeryd et al, 2005; Olhager, 2000). Detta utnyttjas för att undersöka möjligheter för metodutveckling och analys av produktionskostnader. Tidsstudie, frekvensstudie, elementartidssystem och tidformel är fyra principiella metoder för arbetsmätning.

Enligt Olhager (2000) används efter utvecklingen av elementartidssystem främst denna metod samt tidformler. Elementartidssystem är fördelaktigt då arbete kan analyseras utan direktstudier i och med att arbetsmoment ges en förutbestämd tid, metoden passar dock inte för långa icke-repetitiva operationer. Tidformler är passande för repetitivt arbete och anger hur partistorlek påverkar total operationstid men metoden kräver uppbyggnad av en databas. Frekvensstudier är ett sorts stickprov på vilket operationssteg som utförs inom ett slumpmässigt eller konstant tidsintervall. Metoden är enkel att genomföra men har osäker precision i tidangivelser och kan kräva många observationer.

Tidsstudier används för att mäta synligt, repetitivt rutinarbete och mäts med videoupptagning eller tidtagarur enligt kontinuitets eller nollställningsmetoden (Olhager, 2000). Kontinuitetsmetoden innebär att de individuella momenten mäts kontinuerligt och sammanlagd tid ackumuleras för att urskilja de enskilda tiderna efter genomförd studie. Vid nollställningsmetoden nollställs klockan vid varje mätning vilket kan ge sämre precision då mätningen blir beroende av tidtagarens reaktionstid. Fördelen med tidsstudier är att det har en hög noggrannhet och att det indirekt också blir en studie av arbetsmetod. En nackdel kan vara att personal som deltar inte uppskattar att dennes arbete blir tidsmätt.

3.2.5 Tidsstudie på timmerplanen

En del av syftet med detta examensarbete är att generera resultat gällande maskinernas hastighet varvid tidsstudie väljs som metod på grund av de andra metodernas nackdelar enligt teori. Tidsstudie förväntas ge mer exakta resultat gällande hastigheten jämfört med de andra metoderna vilket är ett krav i denna studie. En för fördel med tidsstudien är att denna också ger information om maskinernas arbetsfördelning då det löpande arbetet registreras.

Tidsstudien genomfördes enligt kontinuitetsmetoden genom att författaren under minst en timme på två dagsskift och ett kvällskift åkte med de tre maskinerna. Detta medförde en total tidsstudie på cirka 10 timmar sammanlagt för alla maskiner.

3.2.5.2 Pilotstudie och förberedelser

Tidsstudien föregicks av en pilotstudie som genomfördes under två timmar vid två olika tillfällen. Ett urval av tidsstudiemomenten påbörjades i och med att intervjuer genomfördes med maskinförarna i maskinerna vilket skapade en grundförståelse för vilka arbetsmoment som skulle kunna urskiljas. Pilotstudien förfinade urvalet av tidsstudiemomenten och genomfördes för att testa att de fungerade under körning samt att författaren hann med att fänga upp momenten. Innan det första tidsstudietillfället gick författaren runt på oinmätta timmerlagret och ritade upp värtorna med en GPS som stöd. Detta kompletterade ritningen som återfinns i Figur 1.

3.2.5.3 Genomförande, tidsstudiemoment och cykler

Tidsstudien genomfördes en timme i taget varvid direkt dataöverföring och bearbetning kunde företas för att säkerställa att beräkningen på var förflyttningen skett motsvarar förflyttningen i verkligheten. Detta då timmerplanen ser annorlunda ut vid olika tillfällen beroende på hur mycket som finns i lager och författaren då kunde ta hänsyn till detta genom direkt bearbetning av data. Detta då författaren i ArcMap ritade ut maskinens färdväg och att avvakta med databearbetning skulle kunna leda till frågetecken kring den exakta färdvägen. En GPS användes som stöd i utritande av färdväg men då flertalet förflyttningar genomfördes under varje studerad timma ansågs bearbetningen bli mer tillförlitlig om den skedde omgående. Under tidsstudien har en maskinförare använts vid alla maskiner för att skapa samma förutsättningar för maskinerna. Föraren valdes baserat på erfarenhet i arbetet och samarbetsvilja. Maskinförarna har inga fasta positioner på maskinerna utan vem som kör vilken maskin under nästa del av arbetspasset diskuteras fram gemensamt. Tidsstudien genomfördes med hjälp av en Huskey Hunter tidsstudiedator där varje moment loggades i centiminuter⁵ och sedan exporterades till dataprogrammet Excel för analys. Författaren hade ingen påverkan på maskinförarens val av aktiviteter utan observerade och mätte det löpande arbetet. Studerade moment kan ses i Tabell 3.

⁵ En minut utgörs av 60 sekunder medan en centiminut är en hundraedel minut. "Centi" är ett prefix som betecknar en hundraedel.

Tabell 3. Tidsstudiemoment

Nr	Moment	Beskrivning	Hänsynstagande
1	Hämta virke vid fack/välta	Momentet börjar när maskinens hjul har stannat för hämtning av virke och avslutas när maskinen backar för att påbörja förflyttning.	I vissa fall utnyttjar maskinen farten i förflyttningen för att styra ihop virket vid hämtning varvid momentet då påbörjas när gripen tar i trä.
2	Lämna virke vid välta/sågbord/mätstation	Momentet börjar när maskinens hjul har stannat för avlämning. Momentet avslutas när maskinen backar för att påbörja förflyttning.	I vissa fall utnyttjar maskinen farten i förflyttningen för att styra ihop virket på avlämningsplatsen varvid momentet avslutas när maskinens framdel tar i trä.
3	Förflyttning från välta/fack/lastbil till sågbord/mätstation/välta	Vältnummer, facknummer eller lastbilsposition anges. Momentet börjar när maskinen påbörjar förflyttning och avslutas när hjulen står stilla vid sågbord/mätstation eller angiven välta.	
4	Lossa	Momentet påbörjas när någon del av gripen är innanför lastbilsstöttan och avslutas när sista delen av gripen passerat lastbilsstöttan.	
5	Slaskfack	Momentet påbörjas när hjulen stannat vid slaskfacket och avslutas när hjulen rör sig för att påbörja förflyttning.	
6	Fixa med timmer Uppstår när timmer ligger snett i fack, faller över mätbanan eller faller fel på matningsborden så att det stör produktionen eller något kan gå sönder. Innebär på timmerplanen att timmer ligger i vägen eller på fel plats och måste flyttas på.	Momentet påbörjas när maskinen har stannat vid fack/på timmerplan för att påbörja aktiviteten och avslutas när gripen släppt den sista stocken i facket.	Det räknas som fixa moment så länge maskinen har något i gripen.
7	Kommunikation	Föraren stannar hjulen för att kommunicera via radio.	
8	Vänta	Föraren stannar hjulen för att vänta på annan passerande trafik eller aktivitet av annan aktör.	
9	Övrigt	Moment som inte kan hänföras till ovanstående moment.	

Enligt forskningsteori om tidsstudier bör momenten inskränka sig till det allra viktigaste och mest relevanta eftersom det inte är möjligt att få med allt (Denscombe, 2009). Momentens detaljnivå har därför varit relativt låg på så vis att hämta virke inbegriper alla kranrörelser i samband med den aktiviteten oberoende om det tar tre eller fem kranrörelser att hämta virket. Detta på grund av att arbetssätten är flytande och det är svårt att avskilja när en kranrörelse avslutas och nästa påbörjas samt att det beror mycket på vältans tillstånd. Med vältans tillstånd avses om maskinföraren måste fixa till vältan innan den griper virket eller om virke faller från vältan och det krävs extra rörelser för att kunna gripa virke. Detaljnivån är dessutom anpassad för syftet med tidsstudien.

För att underlätta förståelse och tolkning samt skapa underlag för redovisning av arbetsfördelning har vissa moment slagits samman i cykler. Cykelindelningen är initierad och utformad av författaren.

Momenten ingår i olika cykler där varje cykel börjar med aktivitet 1,4 eller 6.

Cykel: Förflytta virke från fack/välta till välta/såg/mätstation.

1. Hämta virke vid fack/välta (1)
2. Förflyttning (3)
3. Lämna virke vid välta/såg/mätstation (2)

Cykel: Lossa lastbil

1. Lossa (4)
2. Förflyttning (3)
3. Lämna virke vid välta/mätbord (2)
4. Förflyttning (3)
5. Lossa (4)

Detta upprepas till dess att hela bilen är lossad av antingen studerad maskin eller gemensamt med en annan maskin.

Cykel: Fixa till i fack.

1. Hjulen har stannat i facket i syfte att dra bak eller fixa till (6)
 2. Förflyttning mellan fack (3)
 3. Hjulen har stannat vid nästa fack i syfte att dra bak eller fixa till (6)
- Detta upprepas under olika antal fack och förflyttning efter att sista facket är avslutat medtas i cykeln.

Cykel: Fixa på planen

1. Hjulen har stannat på timmerplanen i syfte att fixa med timmer som inte ligger i anslutning till fack (6)
2. Förflyttning i anslutning till detta moment (3)

Cykel: Kontrollstockar

1. Hjulen har stannat i syfte att lägga upp eller plocka ihop VMFs kontrollstockar (6)
2. Förflyttning i anslutning till VMFs kontrollstockar (3)

Cykel: Omkapningsvirke

1. Hjulen har stannat i syfte att lägga upp eller plocka ihop virke som måste kapas till (6)
2. Förflyttning i anslutning till omkapningsvirke (3)

Cykel: Slaskfack

1. Hjulen har stannat i syfte att hämta virke från slaskfacket (1)
2. Eventuellt fixmoment i anslutning till slaskfacket (6)
3. Förflyttning från slaskfacket till sågbord/mätstation (3)
4. Avlämning på/vid sågbord/mätstation (2)

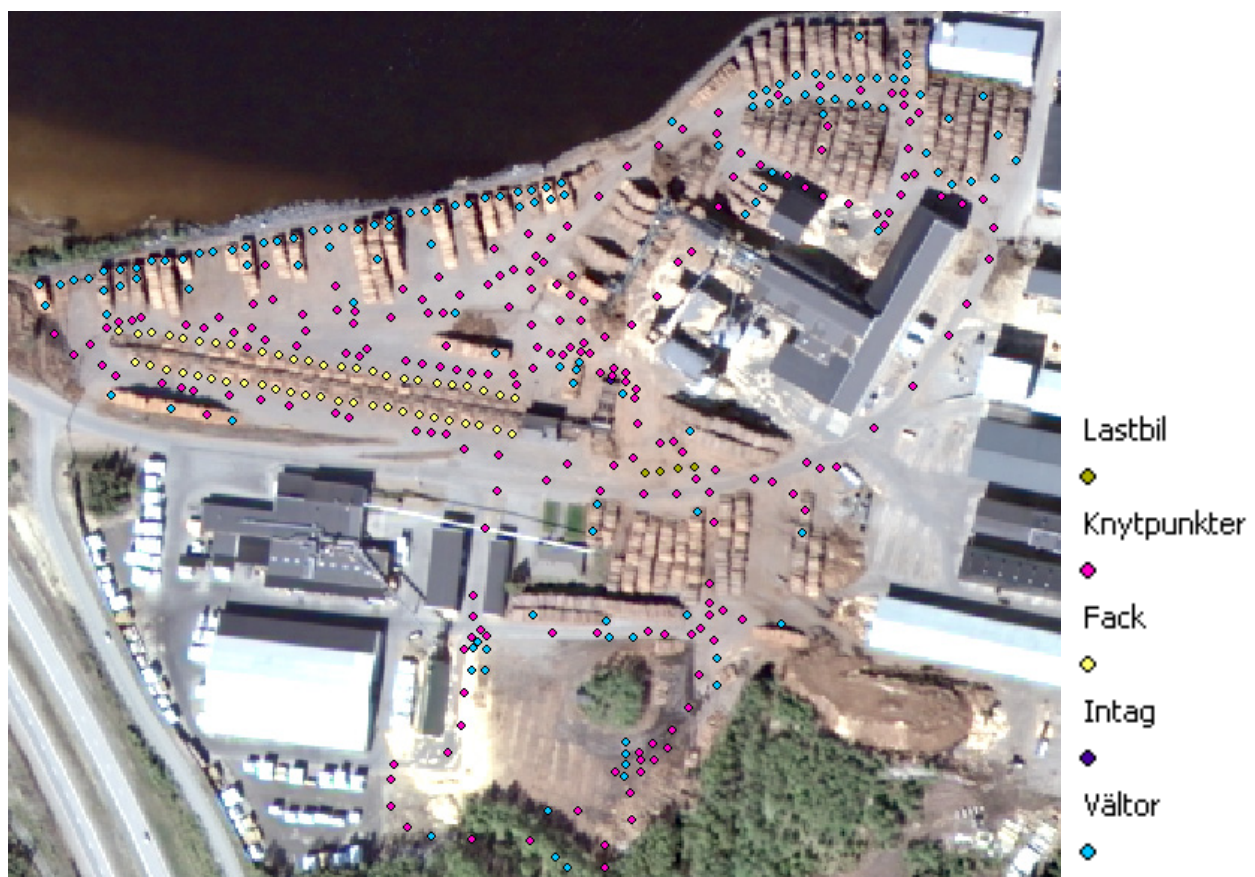
Som ses i cykelbeskrivningarna avslutas en cykel alltid med att virket avlämnas eller i fallen då inget virke transporteras, en förflyttning. Detta emedan förflyttningen innan cykeln påbörjas utesluts. Den uteslutningen görs på grund av att maskinföraren inte alltid är medveten om vad nästa cykel utgörs av eller för att detta kan ändras under en förflyttning mellan cykler.

Till exempel kan första intentionen vara att hämta virke till sågen men om det uppstår problem längs mätbanan måste maskinföraren åka och lösa det varvid ett byte av cykel sker. Mellan cyklerna sker därför en transport utan virke i gripen vilket i resultatet av arbetsfördelningen redovisas under *Förflyttning utan virke*.

3.2.5.4 Hastighetsberäkning

Dataprogrammet ArcMap utnyttjades för avståndsberäkning i tidsstudien med ett ortofoto över Kåge såg som grund. Ett punktlager skapades där fack, vältor, mätstation och sågbord märktes ut. Vid varje observation nedtecknades var på timmerplanen som transporten företogs och knypunkter för maskinernas färdväg lades till ArcMap-kartan. Knypunkterna utnyttjades för att med verktyget Measure rita ut färdvägen steg för steg genom varje knypunkt. I Figur 4 ses en översikt över timmerplanen i dataprogrammet efter att tidsstudien var genomförd. Verktyget Measure nyttjades för att mäta de förflyttningar som skulle bidra till hastighetsberäkningen. Hastigheten räknades ut med dessa mätningar som grund samt tidsåtgången för tillryggalagd sträcka som registrerats i tidsstudien. Hastighetsmätningarna delades upp i hastighet med virke och hastighet utan virke.

En GPS låg i maskinen under alla tidsstudietillfällen utom en men utnyttjades bara vid fåtalet tillfällen för att komplettera information om färdväg.



Figur 4. Översikt över punktlagret som skapades i ArcMap för att beräkna maskinernas hastighet. ©Berglund

Som ses av momentbeskrivningen i Tabell 3 är momenten utformade så att förflyttningsmomenten prioriteras över hanteringsmomenten. Då en förflyttning påbörjas börjar alltså ett förflyttningsmoment oberoende om griparmen fortfarande rör sig uppåt för att avsluta hanteringen av virket. Detta gäller för alla cykler förutom lossningscykeln då syftet

med den inte är att erhålla hastigheten på maskinen utan hastigheten i lossningsmomentet, varvid moment 4 prioriteras. Hastigheten från lastbil till välta eller mätbord mäts, men under samma förutsättning för alla maskiner. Momenten *Hämta* och *Lämna* inbegriper tillfixning i välta eller fack i anslutning till aktiviteten med anledning av ett flytande arbetssätt.

3.2.5.6 Bidrag till frågeställningar

Tidsstudien syftar till att skapa data gällande maskinernas arbetsfördelning på olika aktiviteter på timmerplanen samt ge en uppfattning om maskinhastighet vid olika aktiviteter. Arbetsfördelningen ger information om vad maskinerna arbetar med och av detta eventuella onödiga aktiviteter. Om onödiga aktiviteter elimineras kan arbetsbördan för maskinerna förändras och således maskinbehovet. Tidsstudien bidrar på så vis till att besvara Frågeställning 2. Maskinhastigheten bidrar till både Frågeställning 1 och Frågeställning 2. Hastighetsberäkningen behövs i utformandet av nulägesdesignen och för att optimera vält och fackplacering i den nya designen.

3.2.5.7 Resultatredovisning av tidsstudien

I denna rapports resultat redovisas resultatet för arbetsfördelningen på olika nivåer. Övergripande i syfte att visa vad maskinerna gemensamt arbetat med under tidsstudierna redovisas cyklernas andelar av tiden samt momenten kommunikation, vänta och övrigt.

Detta redovisas också för varje individuell maskin i syfte att utvärdera vad maskinerna nyttjas till. På nästa nivå urskiljs momenten *Hämta*, *Lämna* och *Lossa* i syfte att analysera tidsåtgången för dessa moment för varje individuell maskin. Hastighetsberäkningarna redovisas under resultatet gällande maskinernas kapacitet.

3.2.6 Bildstudie

En bildstudie genomfördes som frekvensstudie då ett kort tas när maskinen lämnar virke på sågbordet eller hämtar virke vid mätbanan för att lägga i välta. Studieobjektens frekvens är slumpmässig då det är olika maskiner som hämtar och lämnar virke beroende på dagens arbetsfördelning. Bildstudien genomfördes med kamera och radio då författaren tog en bild och maskinföraren sedan kommunicerade vilken timmerklass som är i gripen under fototillfället. Studien företogs under en timme vardera vid fyra separat tillfällen och ett exempel från studien ses i Figur 5. Varje stock i gripen räknades i efterhand utifrån bilderna och antalet multiplicerades med kommunicerad timmerklass medelstock.



Figur 5. Exempelbild från bildstudie. ©Berglund

3.2.6.1 Bidrag till frågeställningar

Bildstudien bidrar till analysen av vältornas placering då det ger indata gällande gripvolym och antal stock som ryms i gripen av olika timmerklasser. Detta behövs för att ange maxavstånd för en viss timmerklass givet gripvolym och såglinjens hastighet. Studien bidrar till jämförelsen av maskinsystemen då de ger indata gällande de olika maskinernas volym- och därmed lastkapacitet.

3.2.7 GPS - överblick

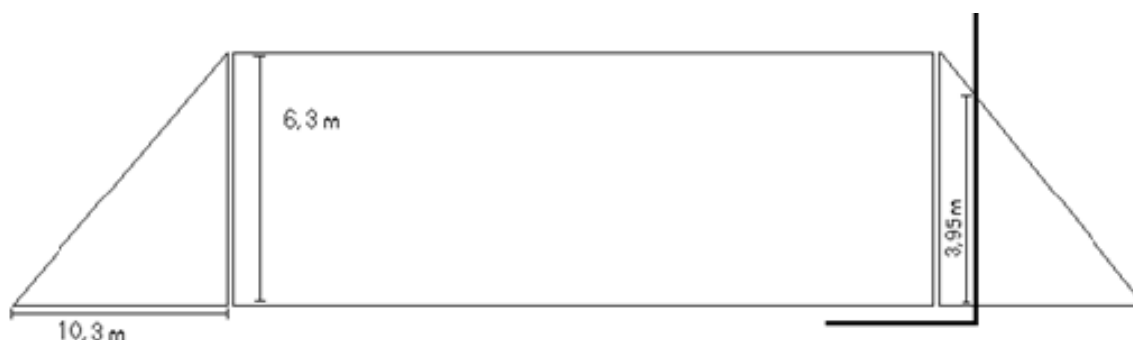
I syfte att få en överblick över maskinernas arbete över timmerplanen sattes en GPS i vardera maskin under en dag. Detta kunde bekräfta eller motsäga tidsstudierna. GPS – överblicken ger därför resultat gällande Frågeställning 2 om maskinernas arbetsfördelning. GPS - överblicken utnyttjades dessutom för information om maskinernas valda färdvägar. Då GPSen låg i respektive maskin från kl 08:00 till strax före kl 16:00 inbegreps två skift och ett antal förare i studien då de byter maskin vid fikarast eller lunch. GPS-spåret som skapades laddades upp i Metrias GIS-klient⁶ varvid bildnedladdning kunde genomföras.

3.2.8 Mätning av timmerplanen

I syfte att fastställa tillgänglig lagervolym och transportavstånd på timmerplanen med nuvarande timmerplansdesign mättes vältornas volym, avsmalning och avstånd till såg respektive fack.

3.2.8.1 Medeltal för alla vältor på det inmätta lagret

Författaren frågade maskinförarna vilken välta som ansågs fylld på så vis att man inte kunde lägga mer på höjden. Denna välta mättes med höjdmätare och maxhöjden åtta meter fastställdes. Höjden åtta meter utnyttjades till en början i beräkningen av nulägesdesignen men ansågs efter diskussioner med sågverkschef Johan Oja ge en orimligt stor lagerkapacitet. Det är inte fastställt att alla timmerklasser går att lägga upp till åtta meters höjd. Författaren kompletterade därför mätningen med sju vältor som av författaren ansågs vara av medelhöjd. Dessa sju vältor mättes på två punkter varvid en medelhöjd på 6,3 meter fastställdes (se Figur 6). Denna mätning gjordes med VMF Nords utdragbara mätsticka. Mätningarna gjordes för att fastställa lagerkapaciteten på timmerplanen, det vill säga hur mycket som ryms i en välta, vilket utnyttjades både i beräkningen av nulägesdesignen samt i den nya designen.



Figur 6. Vältberäkning, figuren är inte skalenlig. ©Berghund

⁶ Metrias GIS-klient. En onlineresurs för planering av virkesköp och skogliga åtgärder med ortofoton och fastighetskarta. Den ger möjlighet till uppladdning av shape-filer och återfinns under <http://www.timmerweb.nu/> givet att inloggningsuppgifter innehas.

I syfte att beräkna vältornas avsmalning användes fyra fyllda vältor som grund för ett medeltal på att avsmalning påbörjas 10,3 meter innan vältan avslutas. Avgörandet av var på vältan avsmalningen påbörjas gjordes visuellt av författaren och vältorna valdes ut slumpvis med det enda kriteriet att de var fyllda. För beräkning av var på vältan avsmalningen påbörjas utnyttjades ett måttband.

Mätstationens mätsticka som utnyttjas vid travmätning användes för att mäta upp hur långt upp på vältstöden virket läggs. Fem mätningar utnyttjades vilket resulterade i ett medeltal på 3,95 meter. Vältstöden som mättes var sådana som det, enligt författaren, inte skulle gå lägga något mer virke på. Utifrån detta beräknades hur många kubikmeter mer virke som ryms på en vält med vältstöd jämfört med en vält utan vältstöd.

Alla timmerklasser innehåller stockar av olika längd där 5,8 meter utgör den längsta längden. Beroende på hur vältan staplas krävs dock bredare vältor än stockarnas längd. För att bestämma vältornas bredd gjordes fyra mätningar med måttband innehållande tre stycken vältstöd i varje mätning. Urvalet av vilka vältor som mättes gjordes slumpmässigt på de vältor som ligger längs med vattnet då dessa har minst tre vältstöd positionerade bredvid varandra. Anledningen till utnyttjandet av tre vältstöd per mätning var att författaren annars måste bedöma var i mellanrummet mellan två vältor som mätningen ska påbörjas. I denna mätning påbörjades mätningen vid det yttre benet på den första vältan och avslutades vid det yttre benet på den sista vältan. Genom att subtrahera bredden på vältstöden med den uppmätta bredden för tre vältor framkom därmed hur stort avståndet mellan vältorna är (se Figur 7). Detta resulterade i ett behov på sju meters bredd per vält vilket bekräftades av en av maskinförarna då vältstöden på sommaren justeras och riktas in utifrån ett behov på sju meter.



Figur 7. Vältbredd. ©Berglund

3.2.8.2 Medeltal för alla vältor på det oinmätta lagret

Volymen på vältorna som har travmätts beräknades på samma sätt som vältorna på det inmätta lagret då dessa vältor inte behöver särskiljas utifrån ägare.

Virket från privata markägare kan inte beräknas som på det inmätta lagret då dessa vältor särskiljs med kanoner⁷. Beroende på kanonernas dimensioner och mängden kanoner i vältan skapas olika förutsättningar för mängden virke som ryms. Tre stycken vältsektioner valdes ut slumpmässigt för att beräkna timmervolym per meter vält. Höjd och längd mättes med mätsticka och måttband. En bild togs av varje vältsektion varefter varje stock i vältan räknades

⁷ Kanoner är stockar som används i syfte att särskilja timmer med olika ägare.

utifrån bilderna (Se Figur 8). Medelantalet stockar per meter multiplicerades med volymen för 2013 års snittstock som låg på 0,158 m³.



Figur 8. Exempelbild på oinmätt vältas som utnyttjades för beräkning. ©Berglund

3.2.8.3 Vältlängd samt avstånd till fack och såg

Vältornas längd mättes upp genom att författaren med måttband mätte 27 av 89 strategiska eller isolerade vältor på det inmätta lagret. De strategiska vältor som mättes är sådana som ligger i anslutning till flera andra vältor därav benämningen strategiska. Genom att mäta dessa vältor i verkligheten och sedan lägga in det i ArcMap kartan kunde vältor som ligger i anslutning till en strategisk vältas mätas i programmet. På så vis behövde inte författaren mäta upp varenda vältas på timmerlagret i verkligheten. I vissa fall gavs vältorna samma längd som strategisk vältas och i vissa fall utnyttjades ArcMap för att beräkna längden på en vältas i anslutning till en strategisk vältas. En strategisk vältas valdes ut baserat på att den låg i anslutning till flera andra vältor som hade en motsvarande längd som den strategiska. De isolerade vältorna är sådana som inte ligger i anslutning till andra vältor och därför krävde mätning i verkligheten med måttband. På det oinmätta lagret mättes 7 av 38 strategiska och isolerade vältor upp för att fastställa lagervolym. ArcMap utnyttjades för avståndsberäkning av varje vältas avstånd till fack respektive såg.

3.2.9 Möten gällande GPS Timber

I syfte att samla in information gällande datasystemet GPS Timber besöktes tillverkarna Cartesias användardagar under den femte och sjätte februari. Schemat för dagarna innehöll studiebesök på Karl Hedins sågverk Krylbo som infört datasystemet och presentationer från tillverkare och användare av GPS Timber.

Den tredje april hade författaren och en av Kåge sågs maskinförare möte med DataPolarna i syfte att diskutera systemet. Peter Andersson som arbetar på DataPolarna visade upp en demo av systemet varvid varje del av GPS Timber kunde diskuteras utifrån Kåge sågs förutsättningar.

3.2.10 Genomgång av investeringskalkylen

Författaren, sågverkschefen och försäljningsansvarig för GPS Timber hade ett möte för att fastställa ingångsvärden för investeringskalkylen. Med ingångsvärden åsyftas

investeringskostnaden för programmet och löpande underhållskostnader som detta medför. Dessa siffror kom från tillverkare och redovisas inte i detta arbete. Anpassningar av systemet på Kåge såg diskuterades och resultaten för investeringskalkylen givet ingångsvärdena redovisades.

3.2.11 Fokusgrupp

En gruppintervju ökar möjligheterna att ta in fler deltagare i en studie då det ur tidssynpunkt går fortare att intervjua en grupp än alla individer i en grupp (Denscombe, 2009). Gruppintervju kan utöver tidsaspekten ha ett kvalitativt incitament då diskussioner som uppkommer kan vara mer belysande än enskilda intervjuer. Deltagarna kan lyssna till alternativa synpunkter och uttrycka stöd eller ifrågasätta. Tillvägagångssättet utnyttjar gruppdynamik så tillvida att sociala och psykologiska aspekter kan främja deltagarnas förmåga att delta, uttrycka sig och reflektera över andras åsikter. Trost (2005) å andra sidan uttrycker att en grupprocess på grund av upptrissad stämning kan leda till synpunkter och beteenden som egentligen ingen av de enskilda deltagarna sympatiserar med. En nackdel med fokusgruppsintervjuer som nämns är således att deltagarna kan påverka varandra och det är majoritetssynpunkterna som kommer fram.

Fokusgrupp påminner om en gruppintervju men diskussionerna sätts igång av stimuli som handlar om något som alla deltagare har gemensamt (Denscombe (2009). Deltagarna kan tillhöra samma yrkesgrupp eller bransch, de kan få se på en film eller diskutera ett foto. Skillnaden mellan en konventionell intervjuare och en moderator för en fokusgrupp är enligt Denscombe (2009) att moderatören jobbar för att deltagarna ska prata med varandra och hjälper diskussionen framåt snarare än leder den som i intervju-fallet.

3.2.12 Fokusgrupp gällande ny design

I syfte att delge maskinförarna resultaten från delar av denna studie och skapa diskussionsunderlag presenterade författaren delar av resultatet den nionde maj. Maskinernas prestationsresultat samt den nya designen ingick i presentationen. Detta avslutades med att författaren ställde upp egna frågetecken kring designen och tankar kring förbättringar gällande arbetet på timmerplanen. Det gjordes i syfte att stimulera en fortsatt diskussion. Maskinförarna delades upp i två grupper där författaren deltog i den ena och Sägverkschefen i den andra för att fånga upp eventuella förbättringsförslag.

3.3 Sekundärdata

Information om mätstationens och sågens produktivitet, volym av respektive timmerklass och maskinernas bränsleförbrukning fanns tillgängliga i Kåge sågs datasystem. Alla beräkningar baseras på produktionen år 2013. Informationen utnyttjades för att skapa beräkningen av nuläget och den nya designen. Sågens produktivitet gav underlag för hur fort sågen bearbetar stockar i en viss timmerklass vilket krävdes för att beräkna vilket maxavstånd en viss timmerklass har till sågbordet. Med det åsyftas att maskinen måste ha tid att köra och hämta en grip med timmer innan det är tomt på sågbordet eftersom att sågen inte får stå. Volymen av respektive timmerklass gav ingångsvärden för vilken timmerklass som har störst årsvolym. Timmerklassen med störst årsvolym bör ligga närmast sågen utifrån teori om frekvensläggning. Maskinernas bränsleförbrukning ger ingångsvärden på respektive maskins driftskostnader. En högre bränsleförbrukning skapar högre kostnader för diesel och därmed högre driftskostnad.

3.4 Databehandling

Databehandlingen för nulägesdesignen och nya designer har uteslutande skett i Microsoft Excel. Initialt gavs vältorna specifika nummer på det inmätta och det oinmätta lagret som fungerar som ett ID-nummer i fortsatta beräkningar. ID-numren märktes också ut på en fysisk karta över timmerplanen för att koppla beräkningarna till vältan i verkligheten.

3.4.1 Beräkning av nulägesdesign på det inmätta lagret

Tidigare beskrivna mätningar på timmerplanen gav ingångsvärden för vältornas längd, bredd, höjd och avsmalning. Detta utnyttjades för att räkna ut volymen för varje enskild välta där hänsyn togs till vältstöd.

VMF Nord's instruktion för bedömning av vedvolymprocent användes för att beräkna fyllnadsgraden på vältorna med avseende på medeldiameter och barktjocklek. Detta gjordes för enskilda timmerklasser varvid fyllnadsgraden inte kopplas till vältan utan till timmerklass. Utifrån timmerklassernas fyllnadsgrad och vältornas volym beräknades tillgänglig lagervolym per timmerklass.

Kåge sågs totala lagervolym kunde utifrån tidigare beskrivna beräkningar fastställas. Nulägesdesignens lagervolym ligger 25 % över den maximalt uppmätta lagervolymen på Kåge sågs inmätta lager under 2013, det är således en teoretisk maxvolym. Detta har sin grund i definitionen för när timmerplanen är full. I praktiken är Kåge sågs timmerplan full när det finns en timmerstock av en timmerklass som inte går att lägga någonstans. En begränsning som nämns i diskussioner med maskinförarna är att höglyften endast kan maximera vältorna genom att lägga upp virket från sidan. Detta är inte möjligt om det ligger virke på båda sidor om vältan. I nulägesdesignen justeras därför maximal lagervolym till ett värde nära 2013 års maximala lagervolym. 2013 års maximala lagervolym fick på så vis motsvara ett fullt lager utifrån tidigare beskrivna begränsningar.

Destinationen för varje körning antecknades under tidsstudierna varvid andelen körningar till vältan respektive såg för varje maskin beräknades. Utifrån dessa andelar, maskinernas medel gripvolym samt årsvolymen per timmerklass beräknades behovet av antalet gripar från fack till vältan samt vältan till såg för hela 2013. Exempelvis står Kalmar Höglyft för 48 % av körningarna från fack till vältan enligt tidsstudien. Med en medel gripvolym på 10 m³ medger det ett visst antal gripar från fack till vältan per år för respektive timmerklass.

Antalet gripar per timmerklass multiplicerades sedan med det dubbla transportavståndet för beräkning av totalt transportavstånd med nulägesdesignen. Anledningen till det dubbla transportavståndet är att maskinen kör fram och tillbaka. I de fall det fanns flera transportvägar att välja mellan har ett medeltal framtagits och i vissa fall justerats med procentsatser. Exempelvis kan maskinförarna välja att köra framför eller bakom sågen samt runt mätstationen eller runt mätbanans slut. Procentsatserna beräknades utifrån valda färdvägar enligt GPS - överblicken. Reservvältor har inte medtagits i beräkningar av transportavstånd då det inte går att fastställa vilka vältor som utnyttjas till vilka timmerklasser.

Givet det totala transportavståndet kunde, utifrån maskinernas medelhastighet med och utan last samt andel tid spenderad på körning till vältan respektive såg, den totala tidsåtgången för förflyttningarna med nuvarande design beräknas. Kåge sågs information om maskinernas bränsleförbrukning i liter per timme under 2013 utnyttjades för beräkning av bränsleförbrukningen för hela förflyttningsarbetet.

En jämförelse gjordes med beräknad teori och tidsåtgången i verkligheten för förflyttning av virke och förflyttning utan virke. Detta i syfte att se hur nära verkligheten den beräknade teorin befinner sig. För att göra detta skapades i teorin samma förutsättningar som funnits i tidsstudien för cykel *Förflytta virke* (som ses nedan) samt *Förflyttning utan virke*. För att beräkna tidsåtgången för att hämta och lämna virke utnyttjades medeltiden spenderad på dessa moment i tidsstudien för respektive maskin. Detta adderades till tidsåtgången för det beräknade transportarbetet under ett år i den beräknade nulägesdesignen varvid tidsåtgången för cykel *Förflytta virke* (som ses nedan) samt *Förflyttning utan virke* fastställts i teorin. Tidsåtgången i teorin dividerades med maskinernas arbetstimmar för hela 2013 i syfte att jämföra den teoretiska andelen med resultatet i tidsstudien.

Cykel: Förflytta virke från fack/välta till välta/såg/mätstation.

1. Hämta virke vid fack/välta (1)
2. Förflyttning (3)
3. Lämna virke vid välta/såg/mätstation (2)

Ur Kåge sågs databaser erhöles årsvolymen för 2013 per timmerklass samt antalet sågkörningar per timmerklass. Med antalet sågkörningar åsyftas hur många gånger per år en viss timmerklass körs genom sågen. Detta utnyttjades för att beräkna ett medeltal på volymen per sågning för att möjliggöra jämförelse med tillgänglig lagervolym per timmerklass. I differensberäkningen mellan volym per sågkörning och tillgängligt lager är vältorna justerade med 25 % som i nulägesberäkningen. Över- eller underskott som uppgår till mer än 200 m³ anses därmed intressanta och har urskilts. Detta på grund av både variation i storleken på sågkörningar och i hur mycket som ryms i vältorna vid olika tillfällen. En välta som har en tillgänglig lagervolym som är mer än 200 m³ större än behovet för den timmerklassen innebär att vältan inte utnyttjas fullt ut. Om vältans tillgängliga lagerkapacitet underskrider mer än 200 m³ för angiven timmerklass innebär det att den timmerklassen troligtvis borde ha mer vältutrymme för att undvika att den alltid hamnar i en reservvälta.

3.4.2 Beräkning av nulägesdesign på det oinmätta lagret

På det oinmätta lagret urskiljs andelen virke som lossas och transporterats direkt till mätbordet samt andelen virke som lagras i vältor. Transportavståndet för virket som lossas direkt på mätbordet beräknas med medellossningsavståndet i tidsstudien. Givet volymen som lossas direkt på mätbordet under ett år kunde andelen gripas som krävs för detta arbete beräknas. Med detta som grund kunde det totala transportavståndet för arbetet med att lossa direkt på mätstationen beräknas.

Andelen virke som lagras i vältor fördelades jämnt över antalet tillgängliga vältor på det oinmätta lagret uppdelat på markägarvirke och travinmätt virke. Anledningen till att volymen fördelas jämnt över alla vältor är att det är omöjligt att säga i hur hög grad olika vältor utnyttjas. Tidigare la maskinförarna virket utifrån och in på det oinmätta lagret men maskinförarna har nu bytt taktik till att lägga inifrån och ut eftersom att lagret ofta blir fullt. Med detta som grund fördelas volymen jämnt över alla vältor. Transportavståndet för detta arbete beräknades givet maskinernas gripvolym och därmed antalet körningar till vältor på det oinmätta lagret.

Massaved och brännved som endast lossas och lagras på Kåge och sedan hämtas av extern part är inte med i ovan nämnda beräkningar. Kåge sågs oinmätta lager i praktiken har inte framtagits ur Kåge sågs interna system då det varierar mycket med andelen oinmätt respektive travmätt timmer.

Tiden för cykel *Lossning* och cykel *Förflytta virke* samt *Förflyttning utan virke* beräknas som för det inmätta lagret i syfte att jämföra teori och praktik.

3.4.2.1 Resultatredovisning av nulägesdesign på inmätt och oinmätt lager

I Resultatet redovisas timmerplanens totala lagervolym, beräknat transportavstånd för 2013 samt bränsleförbrukning och antal maskintimmar givet resulterande transportavstånd. Andel tid spenderad på cyklerna *Förflytta virke*, *Förflyttning utan virke* och, för det oinmätta lagret, *Lossning*, redovisas och jämförs med tidsstudiens resultat.

3.4.3 Utformning av ny timmerplansdesign

Utifrån Tompkins (2010) tankemodell för utvecklande av lagerdesign och utrymmesutnyttjande diskuteras det teknologiskt möjliga systemet i delkapitel 4.1.5 Ny timmerplansdesign på det inmätta lagret, men det är det rekommenderade systemet som har givits mest utrymme i resultatet.

Flertalet förslag för en ny timmerplansdesign utarbetades där ansatsen var att hitta en timmerplansdesign som balanserade flertalet parametrar. Detta i linje med Tompkins (2010) riktlinjer för att utveckla en lagerlayout. I första hand utnyttjades årsvolymen per timmerklass för att kunna skapa frekvensläggning utifrån teori, så att den timmerklass som körs mest till sågen ligger nära sågintaget. Zonindelning har också utnyttjats för att förenkla för maskinförarna att lära sig timmerplanen. I ett av de första förslagen testades att lägga gran och talltimmerklasser omlott efter förslag från en maskinförare och Wänstedts (2006) föreslagna timmerplansdesign. Detta fungerade dock inte då antalet gran och talltimmerklasser inte är detsamma och designen blev enligt författaren förvirrande med många udda timmerklasser i olika zoner. Antalet sågkörningar per timmerklass resulterade i en volym per sågkörning som kunde utnyttjas för jämförelse med vältbehovet per timmerklass. Ansatsen var att balansera timmerklassernas över och underskott då ett överskott av lagervolym medför att det finns lagerutrymme som inte utnyttjas. Ett stort antal timmerklasser med underskott medför stort behov av reservkapacitet då fler timmerklasser med underskott också medför större behov av antal reservvältor. En ny design för facken skapades också i syfte att minimera transportavståndet från fack till vältor och är inräknat i den nya designen. I syfte att motivera den nya timmerplansdesignen beräknades transportavstånd, arbetstimmar och bränsleförbrukning vilket jämfördes med den teoretiskt beräknade nulägesdesignen.

En ny design på det oinmätta lagret skapades också men är inte medtaget i ovan nämnda beräkningar av resultatparametrar, undantaget två vältor i anslutning till det inmätta lagret. Designen på det oinmätta lagret skapades utifrån Tompkins (2010) lagerteori och redovisas utifrån lagerkapacitet.

3.4.4 Analys av maskiner

3.4.4.1 Lastbärarnas ekonomiska resursutnyttjande

Lumsdens (2006) tre dimensioner för en lastbärare utnyttjas för att skapa en jämförelse av maskinernas kostnad. Detta givet en viss lastkapacitet och förflyttningshastighet. Tidsdimensionen utnyttjas dock inte som beskrivet av Lumsden (2006), att beräkning görs på hur länge maskinen är i bruk under ett dygn. Syftet som specificerat i frågeställning två är att göra en ekonomisk jämförelse mellan maskinerna varvid tidsdimensionen istället fastställs till en timme. Det är inte heller relationen mellan intäkt och kostnad per tidsenhet som studeras utan endast maskinernas kostnad fastställd av sågverkschefen och kostnad för dieselförbrukningen enligt 2013 års statistik. Detta resulterar i en driftkostnad för maskinerna. Valet att endast se till maskinernas kostnader grundar sig i svårigheten att

beräkna maskinernas bidrag till värdet på slutprodukten. Värdet på slutprodukten beror av sågens postning och en timmerstock resulterar i flera olika slutprodukter. Att beräkna förflyttningsarbetets bidrag till dessa slutprodukters värde skulle innebära ett behov av att kartlägga hela sågens flöden och de olika delarnas bidrag till slutprodukternas värde.

Uträkningen som görs läggs upp utifrån cykel *Förflytta virke*, det vill säga en maskin hämtar virke vid vältan, förflyttar detta och avlämnar det på sågen. Beräkningen inbegriper även en förflyttning utan virke då maskinen måste köra till vältan för att hämta virket. Givet medeltransportavståndet på 196 meter för förflyttningar av virke under tidsstudien kan maskinerna förflytta en viss mängd virke utifrån gripstorlek och individuell förflyttningshastighet. Med anpassningarna som görs som grund redovisas detta i resultatet under 4.2.1.4 Maskinernas driftskostnader och kapacitet.

3.4.2.3 Uträkning av lossningscykel

Givet hastigheten i lossnings- och lämnamomenten samt maskinernas körhastighet kan ett scenario för en produktivitetjämförelse av lossningscykeln upprättas för de olika maskinerna. För jämförelsen utnyttjas medellossningsavståndet på 47 meter från lastbil till mätstation utifrån tidsstudien och det förutsätts att en lastbil innehåller tre travar. Tidsåtgången för lossningsmomenten per lastbilstrave räknas ut med resultaten från tidsstudien och adderas med antalet lastbilstravar på en lastbil. Tidsstudien ger också information om tidsåtgången i lämnamomentet för de olika maskinerna vilket adderas med antalet lämna moment på mätstationen i jämförelsen. Resultatet av uträkningen erhålls från summan av tidsåtgången för förflyttningarna, lossnings- och lämnamomenten. Vid körning med Kalmar Höglyft finns möjligheten att lägga samman virke från två lastbilsvagnar för att spara tid då det resulterar i en mindre förflyttning. Momentbeskrivningen för lossningsmomentet är dock utformad så att lossningsmomentet avslutas när gripen är utanför lastbilstöttorna. Detta medför samma antal lossningsmoment för alla maskiner, men tiden för hopläggningen adderas till Kalmar Höglyfts sammanlagda tidsåtgång. Scenariot ser enkelt beskrivet ut som följer: Maskinen kör fram till lastbilen, lossar en grip och kör sedan 47 meter för att lämna detta virke på mätstationens bord. Detta upprepas till dess att hela lastbilen är lossad vilket tar olika lång tid beroende på vilken maskin som utför arbetet. I resultatet redovisas hur lång tid det tar för respektive maskin att lossa en lastbil.

3.4.5 Investeringskalkyl för GPS Timber

Investeringskalkylen framtogs i Microsoft Excel för att möjliggöra snabb justering av ingående värden och presenteras utifrån payback-tid och nuvärde. Givet vilka anpassningar som görs i systemet och vilka organisatoriska vinster som kan göras på sågen kan payback-tid och nuvärde variera. Beräkningarna gjordes därför utifrån olika parametrar som sedan adderades varvid den sista adderingen innehåller alla parametrar. Kalkylräntan uppgår till 5 % och nuvärdet är beräknat över 10 år. Dessa värden valdes utifrån diskussion med sågverkschefen på Kåge såg och varierades inte i beräkningarna. Investeringskalkylen är framtagen med data från år 2013 med nuvarande design och arbetsinsats på Kåge såg.

Krylbo sågs minskade dieselförbrukning på 8 % utnyttjades för att beräkna en motsvarande minskad dieselförbrukning på Kåge såg. Då Höglyftaren under år 2013 brann och en traktor med höglyftaraggregat togs in har dieselförbrukningen beräknats utifrån att höglyftaren inte ska brinna. Kvalitetsförluster som en följd av blånadsskador beräknas uppstå efter tre veckors lagring under de fem sommar månaderna. Utsökning i Kåge sågs interna system har därför skett på virke som lagras mer än två veckor eftersom att det medför en lagring på minst 3 veckor inräknat tiden i skogen. Detta uppgår till 7 % av årsvolymen där en tredjedel av denna volym

beräknas få blånadsskador. I och med installation av GPS Timber beräknas en tredjedel av det virke som får blånadsskador kunna undgå värdeminskning till följd av bättre planeringsmöjligheter. Grunden till dessa val att urskilja en tredjedel av virket som kan undgå värdeminskning har gjorts i diskussion med Kåge sågs sågverkschef Johan Oja.

Utifrån Quang och Vikstedts (2013) stopptidsanalys kunde tidsåtgången för stopp på grund av fulla fack och av att mätbordet är tomt beräknas. På grund av fackens utformning på Kåge såg och beroende på vilka anpassningar som görs för att möta fackutformningen beräknas andelen stopp minska med hälften. Detta medför en vinst i minskad andel övertid på mätstation och timmerplan.

GPS Timber medför att maskinförarna inte längre behöver söka mätningsslappar på oinmätt virke. Detta motsvarar en minskning i maskintid som beräknades utifrån andelen tid spenderad på denna aktivitet enligt tidsstudien. En minskning i maskintid med 8 % beräknades dessutom utifrån Krylbos angivna minskning i dieselförbrukning. Det innebär ett antagande om att en minskad dieselförbrukning skulle motsvara en lika stor minskning i arbetad tid. Minskningen i maskintid beräknas kunna genomföras först år 2. Kostnaderna i maskintid baseras på drifttid varvid avskrivningar och investeringskostnader inte är medräknat.

Kostnader för konsultbesök, programvara, montering, utbildningar och annat som krävs vid installation av GPS Timber ingår i investeringskostnaden som uppkommer det första året. De påföljande åren uppkommer en kostnad på ett underhållsavtal som ingår i GPS Timber och utgörs av telefonmöten och ett besök varje år för att säkerställa att allt fungerar som det ska.

Övriga parametrar som användare har rapporterat som vinster i systemet kan antingen inte tillgodoräknas Kåge såg eller är i dagsläget inte möjliga att beräkna. Parametrarna som beskrivits ovan sammanfattas i Tabell 4 för respektive uträkning. Ingångsvärdena för beräkningen är konfidentiella och redovisas således inte, finns intresse för dessa värden kan sågverkschefen på Kåge såg kontaktas.

Tabell 4. Sammanfattande tabell på vilka parametrar som medtas i respektive beräkning

Beräkning	Parametrar
1	- Minskad dieselförbrukning
2	- Minskad dieselförbrukning
3	- Minskade kvalitetsförluster till följd av blånad
4	- Minskad dieselförbrukning
	- Minskade kvalitetsförluster till följd av blånad
	- Minskad andel övertid på mätstationen som en följd av minskat antal stopp
	- Minskad dieselförbrukning
	- Minskade kvalitetsförluster till följd av blånad
	- Minskad andel övertid på mätstationen som en följd av minskat antal stopp
	- Minskad maskintid beräknat utifrån tiden spenderad på att söka mätningsslappar och utifrån motsvarande tid för en minskad dieselförbrukning

3.5 Validitet, reliabilitet och etik

3.5.1 Teori om validitet och reliabilitet i kvantitativa och kvalitativa forskningsmetoder

Det finns alltid en kommunikationsklyfta vid insamlande av information från människor (Holme, 1997). Denna ligger inbyggd i kommunikationen och återfinns både mellan forskare och studerat objekt samt mellan forskare och mottagare av resultaten. Klyftan finns alltid men dess storlek kan variera och tolkning av information är en kritisk del i forskningsprocessen. Tolkning sker hela tiden från inledande teoriutveckling till dess att rapporten är färdig. Viktigt

är att hela tiden ifrågasätta giltigheten i resultat och fundera över om metodredskapen fångat variationen i materialet.

Tillförlitlighet eller reliabilitet i en forskningsmetod anger i hur hög grad samma resultat uppnås vid olika tillfällen givet att alla andra förutsättningar är lika (Bell, 2006). Ett annat viktigt begrepp är validitet eller giltighet som i stort handlar om ifall forskningsmetoden mäter det den verkligen ska mäta. Tolkningarna av resultatet ska bygga på data och strukturen i resultaten ligger till grund för slutsatserna som kan dras och inte dras.

Finns det ingen reliabilitet saknas också validitet men det motsatta förhållandet gäller inte (Bell, 2006). Även om samma resultat uppnås två gånger och ger intryck av hög reliabilitet betyder det inte att det som är avsett att mätas verkligen fångas upp. Bell (2006) menar att det finns test för att mäta både reliabilitet och validitet men att testen inte alltid är nödvändiga eller tillämpbara samt att mätning av validitet kan vara komplicerat. Det är viktigt att diskutera forskningsmetoden med andra samt ifrågasätta om en annan forskare skulle komma fram till samma sak givet samma metod.

Holme (1997) menar att reliabilitet har större vikt i kvantitativa än i kvalitativa metoder där den statistiska representativiteten inte är i fokus. I kvalitativa metoder arbetas för att öka förståelsen av något och närheten till studerade objekt är större. Detta medför att det är lättare att få hög validitet i undersökningen. Forskaren måste dock vara uppmärksam på hur denne fungerar då kvalitativa metoder baseras på en upplevelse av situationen. Signalerna som uttrycks av studerade objekt måste uppfattas korrekt och större giltighet av resultaten kan uppnås genom att antingen vara aktiv eller passiv beroende på situation. Närheten mellan forskare och studerade objekt kan i sig utgöra ett problem om de som studeras beter sig på ett sätt som de tror att forskaren förväntar sig. Detta på grund av att det har skapats bestämda förväntningar. De studerade objekten kan dock i kvalitativa metoder bidra till verifiering av resultaten som samlats in och genom växelverkan kan en djupare och mer nyanserad bild växa fram av det studerade.

Holme och Solvang (1997) belyser det faktum att forskning som inbegriper människor också innebär etiska hänsynstaganden. I forskning är det viktigt att visa respekt för individer och se till att den psykiska och fysiska integriteten skyddas. Människor som bidrar med information ska inte delta på falska premisser och forskaren måste följa tystnadsplikten så att det inte går att utläsa vem som bidragit med enskild information. En forskningsprocess kan dessutom skapa förväntningar hos deltagande individer och starta processer som sedan inte följs upp. De deltagande individerna kan dessutom ha lämnat ut sig själva på ett sätt som de från början inte tänkt.

3.5.2 Validitet, reliabilitet och etik i denna studie

I syfte att öka validitet och reliabilitet som beskrivet i teori av Holme (1997) och Bell (2006) har både metod och resultat ifrågasatts och diskuterats med handledare. Pilotstudien inför tidsstudien genomfördes för att fastställa att syftet med tidsstudien uppfylldes. I syfte att få högre reliabilitet gällande den kvantitativa metoden utfördes tidsstudien vid tre olika tillfällen per maskin. Vid de deltagande observationerna var ansatsen från författarens håll att ställa mycket motfrågor för att öka förståelsen för hur de anställda resonerade och säkerställa att författaren uppfattat problem eller förbättringsförslag korrekt. I syfte att öka mängden förbättringsförslag ställdes efterhand frågan ”vad ska du göra åt det?” efter att maskinförare beskrivit problem. Framkom inga förbättringsförslag från maskinförarhåll försökte författaren själv föreslå något i syfte att skapa diskussion. Författaren får därför beskrivas som aktiv i

kommunikationen med maskinförarna under de deltagande observationerna. Valet att utnyttja både kvalitativa och kvantitativa metoder gjordes för att öka validiteten av resultaten och erhålla en mer nyanserad bild av arbetet på timmerplanen.

Författaren har följt etiska riktlinjer genom att inledningsvis påpeka att maskinförarna har rätt att säga nej till deltagande i intervjuer och tidsstudier. Inför intervjuerna fastställdes också att deltagarna skulle vara anonyma, det var dock inget som enskilda individer uttryckte oro för under intervjuerna. Anledningen till att två maskinförare tillfrågades inför tidsstudien var för att öka chansen att någon av de tillfrågade deltog av intresse. Det vill säga, det skulle vara lättare att säga nej om det fanns någon annan som kunde tänka sig att delta. Det påpekades också vid tillfrågandet av båda maskinförarna att de båda hade rätt att säga nej. Författaren poängterade att denne kunde fråga någon annan då det är tio stycken som arbetar med att köra timmer på Kåge såg. Att övriga maskinförare vet vilken maskinförare som studerats i tidsstudien är oundvikligt då författaren satt med i maskinen under arbetstid.

Det är högst troligt att denna forskningsstudie har både skapat förväntningar och processer hos de anställda. Detta då engagemanget har varit större än väntat från vissa maskinförare vilket har berikat både studien och författarens arbete. Det är dock svårt för författaren att införliva förväntningarna då detta är ett examensarbete och författaren inte har beslutsmyndighet gällande det fortsatta arbetet på timmerplanen efter avslutad studie. Förhoppningen är dock att Kåge sågs ledning tar till sig resultatet och fortsätter att utveckla arbete på timmerplanen.

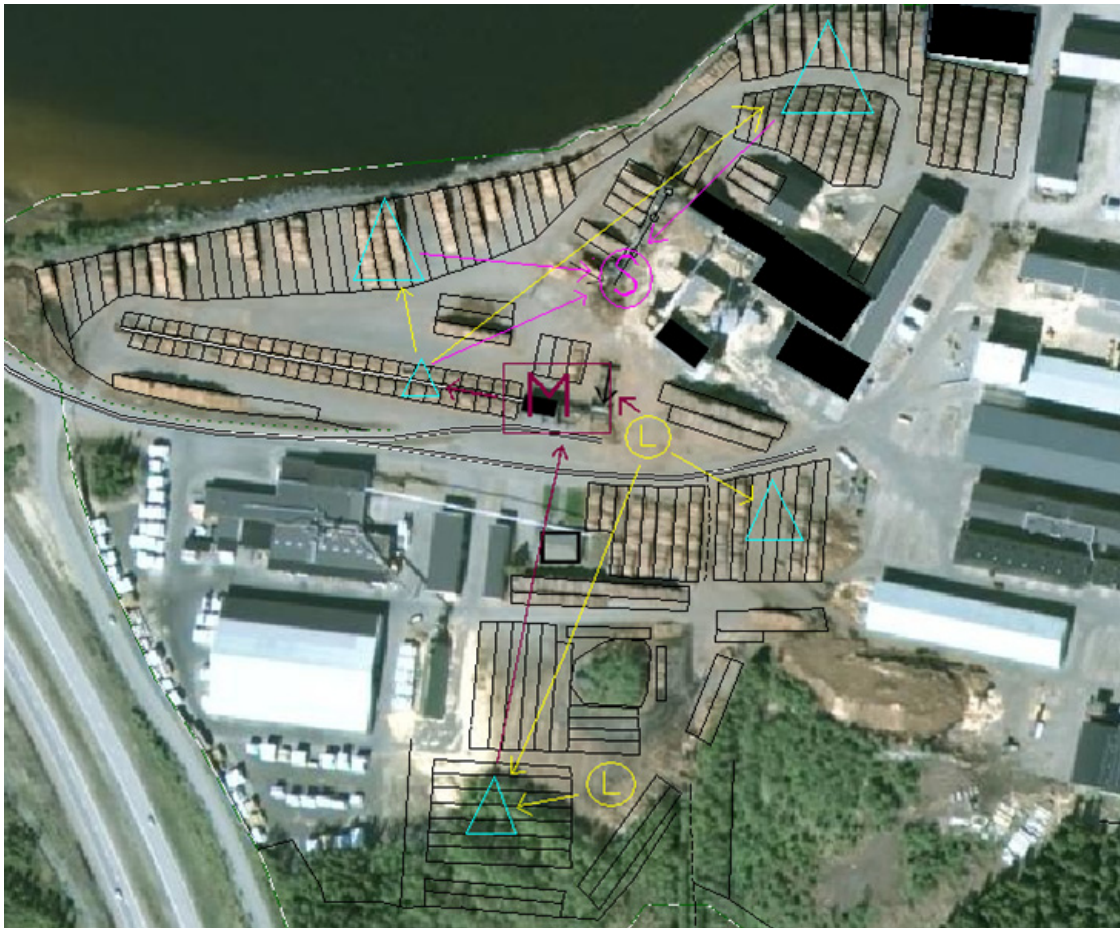
4. Resultat och Analys

Denna del innefattar resultatet av primär och sekundärdata som insamlats och behandlats som beskrivits i tidigare sektion. I anslutning till varje resultatkapitel finns ett underkapitel kallat Analys varvid resultaten analyseras av författaren i syfte att dra slutsatser eller i högre grad kopplar resulterande delar till varandra.

4.1 Nulägesbeskrivning

4.1.1 Materialflödesschema

Kåge sågs materialflöde illustreras i Figur 9 som beskrivet i teori av Olhager (2000), där pilarnas riktning anger virkets riktning. Lager återfinns där det ligger utmärkta vältplatser men har i materialflödeskartläggningen illustrerats på valda platser med trianglar. Flödet på Kåge såg innehar både korsande materialflöden och transportvägar. Detta då ingången till Kåge såg ligger i västra kanten på Figur 9 och alla som ska in på sågen undantaget kontorspersonalen passerar timmermaskinernas lossningsområde och infarten till lagret i söder kallat Linds tomt. Något som påpekats upprepade gånger av maskinförarna under observationstillfällen är det faktum att mätstationen skickar virket åt fel håll, bort från sågen.



Figur 9. Materialflödesschema över Kåge såg. Flöde från lossningsplatser till lager eller lager till lager illustreras med gult. Flöde till och från mätstation är utmärkt med röd färg medan flöde från lager till såg är lila. Lager är utmärkt med blå trianglar. ©Berglund

Materialflödeskartläggningen illustreras även i text för att visa timrets olika vägar på timmerplanen, tre olika scenarion redovisas.

1. Lossning → Lager → Mätstation → Lager → Såg
2. Lossning → Mätstation → Lager → Såg
3. Lossning → Mätstation → Såg

68 % av virket mäts in direkt vid ankomst till sågen medan resterande läggs på lager för senare inmätning. Huvuddelen av virket på Kåge såg har således ett materialflöde motsvarande scenario två där virket mellanlagras en gång. En liten andel av detta som inte går att beräkna med nuvarande statistik går direkt från fack till såg och står därmed för det kortaste materialflödet som beskrivs i scenario 3. Resterande 32 % följer scenario 1 där lossning sker mot lager och där virket efter inmätning lagras på det inmätta lagret. En liten del av detta går direkt från fack till såg men andelen är inte beräkningsbar.

4.1.2 Timmerplanens utformning utifrån observationer

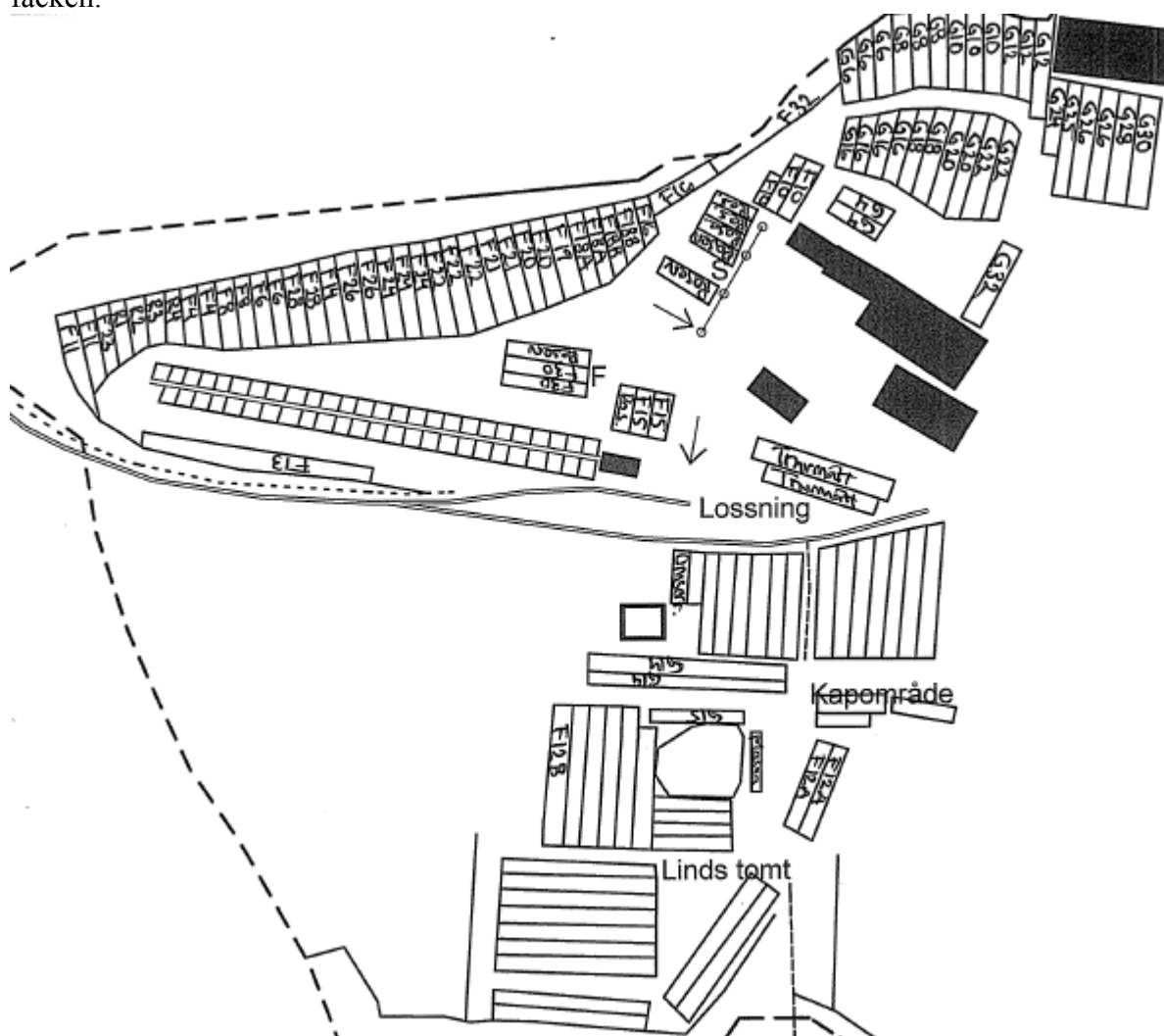
Timmerplanens nuvarande design återfinns i Figur 10 och är uppdelad i två områden som utgörs av oinmätt och inmätt timmer. Det oinmätta virket lagras främst söder om mätstationen på Linds tomt medan det inmätta timret främst lagras norr om mätstationen. Det finns dock vältor för inmätt virke på Linds tomt och beroende på fyllnadsgraden i respektive lager kan det lagras mer inmätt virke på detta område. Reservvältor för både inmätt och oinmätt timmer har fasta positioner men kan också skapas efter behov och vid en hög fyllnadsgrad och snabb inkörningstakt stoppas periodvis inkörningen till sågen. Detta för att ge maskinerna en chans att komma ikapp och lägga undan virke ordentligt samt skapa mer lagringsytor.

I grunddesignen för det inmätta lagret finns fyra reservvältor benämnda R1-R4 samt fem reservvältor i anslutning till sågbordet och en vid fixbordet vilkas innehåll administreras med gula lappar i respektive maskin. Skapas ytterligare reservvältor skrivs det också upp på den gula lappen. Vältorna mot havet som ligger efter mätstationens bana har vältstöd såväl som fem vältor som ligger norr om mätstationen. Uttagsprincipen för det inmätta lagret är SIFU där det mest lättåtkomliga hämtas först till sågen, det vill säga det som ligger ovanpå vältan eller i framkant på vältan.

Det oinmätta virket söder om genomfartsvägen avskiljs från varandra med så kallade kanoner för att säkerställa att hopblandning inte sker. Varje trave ska ha en lapp med inkörnings- och markägarnas leverantörsnummer. Begränsande för det oinmätta lagret är främst det faktum att stockmätt timmer inte kan lagras på höjden varvid en stor lagringsyta krävs. Förutom detta finns det krav från skogligt håll att timret inte får ligga länge i lager då markägaren vill ha mätbesked inom en viss tid. Det råder dålig kommunikation mellan skog och sågverk gällande hur länge vissa volymer har legat i skogen vilket åskådliggörs när markägare snabbt ska få in sitt virke till sågen men sedan kan få vänta två veckor innan det mäts in. Lagras virke lång tid kan blånadsskador uppstå vilket leder till kvalitetsförluster. Idag arbetar sågverkspersonalen enligt uttagsprincipen FIFO på det oinmätta lagret. Problem kan uppstå om det är dålig kommunikation gällande var det äldsta virket ligger eller om virke stängs in av andra vältor vilket gör att man måste mäta in annat virke innan det äldre blir åtkomligt.

Inmätning av stockar sker opartiskt av anställda för VMF Nord som har sin arbetsstation i början av mätbanan. Mätbanan har 50 fack och sorterar i genomsnitt med en hastighet av 569 stock per timme inklusive slask, vilket utgörs av exempelvis överlånga stockar eller virke med metallinnehåll. Radiokommunikation sker mellan VMFs mättningsanställda och maskinförarna

gällande både vad som läggs på mätbordet och eventuella händelser kring mätbanan och facken.



Figur 10. Kåge sågs nuvarande timmerplansdesign. Timmerklasserna är utskrivna i respektive vålta och tomma vältor utgörs av oinmätt timmer. ©Berglund

4.1.3 Sammanställning av deltagande observationer och intervjuer gällande arbetet på timmerplanen

All information från de deltagande observationerna och intervjuerna har delgetts ledningen på Kåge såg. I nedanstående sektion redogörs för arbetet med maskinerna samt övergripande för de förbättringsförslag som framkommit eller information som utnyttjas för Frågeställning 3.

4.1.3.1 Kalmar Höglyft

En motviktstruck med vertikalt rund maskingrip som är vridbar i alla riktningar, har kedjor för att hålla fast virket och en platta, kallad vältskyffel, framtill. Av Kåge sågs maskinparken den maskin som når att lägga högst på vältorna.

De flesta anställda är överens om att höglyften, som ses på Figur 11, främst ska användas för att hämta virke från fack och bära virke från vålta till såg. På detta vis ryms det mer virke på timmerplanen då vältorna blir högre och, givet att höglyften utnyttjas för det överst liggande virket, faller det mindre stock när virke ska hämtas ner igen från vältorna. Lossa lastbilar ingår i Kalmar Höglyfts arbetsuppgifter enligt vissa och en anställd nämner att det är lätt att dela

upp laster med maskinen om det är flera markägare på en lastbil. Det är dock enligt en anställd större risk att tappa eller nypa sönder något med höglyften. Det går att lägga ihop travar på lastbilen så att det blir en mindre körsträcka vid lossning med höglyften.

Några anställda nämner att det är lättare att lägga upp kanoner och plocka virke som hamnat fel på mätbanan eller sågintaget med höglyftaren. En anställd påpekar dock att detta plockarbete egentligen är slöseri med en så stor maskin. Flertalet anställda anser att de inte klarar sig utan en höglyftare på grund av utrymmesbegränsningen men att det är jobbigt att den har dåligt grepp mot marken, särskilt på isigt underlag vintertid.



Figur 11. Kalmar Höglyft. ©Berglund

4.1.3.2 Traktor 180

En traktorbas med horisontellt riktad styrgrip och tunglock.

Gällande Traktor 180s arbetsuppgifter går åsikterna isär lite bland de anställda. De flesta är överens om att den är bra att lossa med men sedan anser vissa att den utöver det matar mätstation och såg medan andra anser att den fixar i facken. En anställd anser att den ska passa upp på höglyften då körningen styrs efter denna.

Går det fort på sågen så matar man hellre med Traktor 180 som har större grip. Flera anställda tycker det är bra att maskinen har långa armar jämfört med Traktor 150 då man ser bättre och når högre i vältan. En anställd anser att maskinen har bäst känsla och att man därför helst lossar med den. Flertalet anställda nämner den som en favorit för att den är smidig. VMFs kontrollstockar är dock svåra att plocka ihop med traktorerna.



Figur 12. Traktor 180. ©Berglund

4.1.3.3 Traktor 150

En traktorbas med horisontellt riktad styrgrip och tunglock.

De flesta anställda anser att Traktor 150 ska fixa i facken samt mata såg och mätstation. Någon anser att den endast ska vara kring facken och fixa. Den lossas inte med annat än i nödfall för att det blir fler vändor att köra. En anställd benämner maskinen som svag på så vis att den inte orkar tilta bak gripen lika mycket som en tidigare innehavd maskin av samma slag. En anställd anser att den är en hjälpreda som ska se till att alla hinner med och att det är lättare att dra bak i facken med den än med Traktor 180s stora grip. En annan anställd tycker också att det är lättare att fixa i facken med Traktor 150, särskilt om man vill ha facket jämnt från sidan. Två anställda nämner att Traktor 150 ska skotta respektive skrapa timmerplanen.



Figur 13. Traktor 150. ©Berglund

4.1.3.4 Traktor med höglyftaraggregat och generella maskinparsönskemål

Det finns ingen traktor med höglyftaraggregat på Kåge såg för närvarande men det lånades in en tidigare när Kalmar Höglyft brann. Gripen hade en liknande utformning som Kalmar höglyfts men istället för kedjor hade den griparmar som höll fast virket i gripen.

Många anställda är eniga om att det var en bra dag när traktor med höglyftaraggregat åkte ut genom grindarna igen. Anledningarna till detta skiljer sig men de flesta tyckte att det var jobbigt då reglagen för gripen var annorlunda gentemot de andra maskinernas och att det var en nackdel att den inte kunde lägga lika högt som höglyften. Alla är dock inte negativa till tanken att testa en ny sådan maskin då just den som lånades in beskrivs som ”klappslut”. Fåtalet anställda är positiva till den Traktor med höglyftaraggregat som lånades in och fördelar som nämns är midjestyrningen och griparmarna som höll fast stockarna. Några menar att den skulle funka som komplement istället för Traktor 150.

Åtta stycken anställda tillfrågades om hur maskinparken helst ska vara utformad och 100 procent ville ha två höglyftare. Ingen har två maskiner som ett alternativ utan utöver två Höglyftare föreslås av fem stycken en Traktor 180 och av tre stycken mer allmänt en traktor. En person vill ha två Höglyftare och en Traktor 180 med höglyftaraggregat. Två stycken nämner också att utöver dessa tre maskiner borde det finnas en reserv, antingen en till Traktor 180 eller som en av dem nämner att nuvarande Traktor 150 utnyttjas till fliset och kan lånas in eftersom att den är ”fräsch”.

4.1.3.5 Layout

Gällande nuvarande layout anser vissa anställda att det är jobbigt med all extern trafik som passerar deras arbetsområde och att dessa borde visa mer hänsyn. Trafiken tas upp som ett problem vid lossning om lossningen sker bort från mätbordet och man därmed lossar över vägen. Andra vägar för lastbilarnas utkörning har diskuterats för att minska trafiken, men inget bra alternativ har kommit fram. En anställd nämner att det är lätt att ta en grip och sedan glömma vad det är i den. Att inte ha liknande timmerklasser bredvid varandra skulle minska osäkerheten över vad som finns i gripen tycker en anställd.

När timmerplanen blir full är det ”tungjobbat” då varje inkommande lastbil måste planeras och reservplatser väldigt långt bort utnyttjas. Snörika vintrar måste det dessutom finnas tid och utrymme för snöhögar. Hade vintern 2013/14 varit en vanlig vinter och inte ovanligt snöfattig hade de troligtvis haft problem.

Fixväggen som sitter norr om mätstationen används och de anställda tycker den är bra men den skulle gärna vara större, bredare och högre. En anställd vill ha en kant på den så att virket inte glider utanför. En ny fixvägg vill alla tillfrågade ha på södra sidan av mätbanan, i slänten. Vältskyffeln på höglyftaren används bara om det är klenare stock eller mindre antal stock. En anställd använde inte fixväggen när denne skulle fixa till stockar utan använde istället virket som hölls upp av vältstödet. Anledningen var att det inte glider iväg lika mycket då.

Mätbanan är från 1994 och med anledning av fackens utformande samt det faktum att mätbanan skakar kan virke falla snett i facken, falla i fel fack och orsaka stopp längs mätbanan. En anställd benämner det faktum att det faller dåligt i facken som det största problemet med mätbanan och anser att elektriska avpetare⁸ hade varit bättre än hydrauliska. Hydrauloljan blir kall under transporten längs banan och det slår då av långsammare.

Beroende på stockarnas längd slår avpetarna på mätbanan av stockarna olika sent respektive tidigt, vilket innebär att vissa stockar slås av mitt på stocken och faller bra men långt ifrån alla. Detta beskrivs av en anställd som tror att det skulle kunna falla bättre i facken. Enligt en annan anställd har de kollat på detta och försökt ändra avslagningen, blir det kallt så kan de ändra fack för fack men av skäl som den anställde inte kunde specificera får de inte ändra för hela banan.

Det råder delade meningar om hur mycket som ska ligga tillgängligt vid mätstationen då en anställd anser att bara mindre virkesleveranser ska ligga där medan en annan anställd anser att det är onödigt körning att lägga bort allting. Den förstnämnda motiverar sitt arbetssätt med att man aldrig får bort gammalt virke om det ligger för mycket nytt virke vid mätbordet. De travmätta vältorna vid mätstationen diskuterades där en anställd menar att de ligger nära för att det ska vara lätt att bara slänga på mätbordet. Med stockmått måste inmätningsslappen på vältan hittas vilket tar tid. Inmätningsslapparna beskrivs som ett problem då de ibland måste lämna maskinen för att söka lappar på virket. Förbättringar i hur många lappar som fästs har skett men är det mycket snö kan detta fortfarande vara ett problem och kan medföra att mätstationen måste stå.

En anställd tycker att nuvarande layout är logisk men ser heller inte några problem med att lära sig en ny layout. En extrajobbare uttrycker vid ett annat tillfälle att det skulle vara lättare att lära sig om vältorna låg i ordning.

⁸ Med avpetare åsyftas de hydraulstyrda klorna som puttar ner rätt timmerstock i rätt fack.

4.1.3.6 Vältskyltar.

Ett problem med vältskyltarna är att de försvinner när vältan blir för hög. De anställda får då räkna vältorna från den vältskylt de senast såg. Ibland om de har tid använder de sprayfärg för att märka upp vältorna, särskilt på sommaren för sommarjobbarna. Det är ingen som har haft någon direkt idé på hur vältskyltarna ska synas bättre.

Gällande skyltarna som hänger under mätbanan och märker ut facken framkom vid ett tillfälle ett förbättringsförslag om att dessa skulle kunna skrivas med reflextape för att synas bättre under det mörka vinterhalvåret. Skyltarna lyses då upp av maskinernas lampor och texten blir lättare att se. En anställd nämnde att det borde sättas upp lampor på baksidan av sågen vid granvältorna, två stycken lampor då man ser dåligt på kvällen.

4.1.3.7 Oinmätta lagret

På det oinmätta lagret lägger de från vänster till höger och i början av observationerna la de utifrån och in. Detta förändrades dock efterhand då maskinförarna sinsemellan diskuterat om det inte är bättre att lägga inifrån och ut. Detta eftersom att det ofta blir fullt och det blir väldigt lång körsträcka när den sista vältan ska lossas vid mätstationen och sedan läggas längst in på Linds tomt. Det är lättare att ta in lastbilen på Linds tomt och lossa där vilket det skapas utrymme för om de lägger inifrån och ut. Ett tag var det svårt att hålla koll på gammalt timmer men så länge de jobbar efter att avsluta varje påbörjad vältrad så anser de anställda att det fungerar.

4.1.3.8 Facken

En anställd tillfrågades om när eller varför de behöver fixa i facken. Svaret var att det inte ska ligga snett i facken för då blir det problem när man ska hämta det och det ligger dåligt i vältan. De drar bak stockarna i facken för att det ska rymmas mer så att det kan bli en hel grip åt höglyften⁹. Gällande problematiken i facken och vältornas utseende har dock en anställd nämnt att ju mindre gripar som tas från fack desto snyggare blir det i vältorna sedan.

En anställd anser att de borde ha furu respektive granfack mittemot varandra eftersom att trädslagen glider olika långt på banan. Ligger då furu mittemot furu så blir facken inte lika ojämna. En annan anställd anser att trädslagen inte ska ligga mittemot varandra i facken då det ökar andelen i slaskfacket och därmed omsorteringen om avpetarna slår av åt fel håll. Exempel gavs på timmerklass F4 och F22 vilkas fack ligger mittemot varandra. Enligt vissa anställda är det en stor andel virke som omsorteras då de, förutom när det uppstår problem längs mätbanan, även kan hitta timmer i massavedsfacket.

Ett bekymmer med facken som beskrevs av en anställd var att det faller in stockar bakom benen på mätbanan så när virket ska lyftas ur facket så hakar det fast och virket faller ur gripen.

4.1.3.9 Planering och vältplacering

Åsikterna om de gula lapparna, som används för att skriva upp reservvältor, skiljer sig, vissa tycker att de sällan är uppdaterade och svårsläsliga medan andra anser att det fungerar. En anställd har tagit på sig att sätta upp whiteboard-tavlor i maskinerna för att ersätta lappsystemet. I en av de senare observationerna gav en anställd förslag om att en inplastad karta över timmerplanen borde kunna sättas upp i respektive maskin för direkt ifyllning. En

⁹ Fortsättningsvis är det arbetet som beskrivs i detta stycke som åsyftas i termen ”Fixa i fack”.

anställd tycker att reservtomterna bör vara mer uppstrukturerade genom att exempelvis gran alltid läggs på samma reservplats.

4.1.3.10 Datasystem

Några personer har tagit upp GPS Timber datasystem specifikt och andra har bara nämnt att ett datasystem vore bra att ha. Flytande klassläggning har nämnts av en anställd som tycker att det är en bra idé då det finns mycket av vissa timmerklasser och lite av andra. En anställd tror att GPS Timber skulle minska andelen omsorterat virke då det skulle bli mindre felläggningar.

4.1.3.11 Vad är mest irriterande på en dag?

5 stycken anställda svarade på denna fråga och bland svaren framkom att vältornas tillstånd är irriterande, fackens ständiga problematik, trafik på lossningsområdet och höglyftarens avsaknad av grepp på vintern.

Många anställda har nämnt att halkan är ett problem varvid olika lösningar på detta diskuterats. Snökedjor skulle enligt vissa inte funka då de måste sträckas och tär på asfalten. Vissa skulle gärna testa det och en styrkedja på ett hjul på en maskin har diskuterats för att rugga upp den snö- och isbeklädda ytan. Två anställda efterfrågar bättre dubb då den i vinter varit kortare än tidigare.

4.1.3.12 Omkapning

Överlånga eller krokiga stockar har ett eget fack längs mätbanan för att urskilja detta och senare kapa om det så att virket går att köra genom sågen. Kapningen utförs antingen av VMFs personal eller av maskinförarna.

Sågning av överlånga eller krokiga stockar görs 1-2 gånger i veckan enligt en anställd men under en av observationerna var det riktigt mycket i omkapningsvältan. Den anställda som körde då sa att två stycken anställda åkt till sågen på helgen för att kapa virke då det var så mycket. Omkapen sorteras två gånger innan de kapar om eftersom att det halverar antalet omkap. Detta medför att det som har kapats om, när allt är färdigt, har gått tre gånger genom mätstationen. En anställd tycker att sågen är känslig då en del som anses krokigt borde gå köra igenom.

4.1.4 Kåge sågs timmerplan i teorin

Kåge såg har en tillgänglig lagerkapacitet på 42 480 m³, vilket ses i Tabell 5. Detta skiljer sig dock från vad Kåge såg historiskt har uppnått i maxlager varvid en justerad lagerkapacitet ligger på 31 860 m³ varav 2 442 m³ i reservkapacitet. Givet avstånden uträknade i ArcMap, maskinkapaciteten och maskinernas arbetsfördelning enligt tidsstudien uppgår transportavstånden för att förflytta detta virke till vält och sedan såg till 37 990 km under ett år.

Tabell 5. Resultatparametrar för nulägesdesignen på Kåge sågs inmätta lager givet 2013 års produktion

Resultatparametrar	Nuläget
Tillgänglig lagerkapacitet (m ³)	42 480
Justerad lagerkapacitet (m ³)	31 860
Justerat reservlager (m ³)	2 442
Totalt transportavstånd (km)	37 990
Total tid för transport (h)	3 547
Total bränsleförbrukning för transport (l)	55 774

Kåge sågs oinmätta lager uppgår i teorin till 10 134 m³ virke och transportarbetet utgörs av 9 971 km. Tiden för arbetet upptar 972 timmar per år givet antalet lossade lastbilar till mätbord respektive välta vilket ses i Tabell 6.

Tabell 6. Resultatparametrar för nulägesdesignen på Kåge sågs oinmätta lager givet 2013 års produktion

Resultatparametrar	Nuläget
Tillgänglig lagerkapacitet (m ³)	10 134
Totalt transportavstånd (km)	9 971
Total tid för transport (h)	972
Total bränsleförbrukning för transport (l)	15 794

Utifrån Tabell 5 och Tabell 6 framgår att tidsåtgången i teorin för transportarbetet utgör 29 % på det inmätta lagret respektive 8 % på det oinmätta lagret. Detta utifrån maskinernas redovisade arbetstimmar. Adderas tiden för hämta, lämna och lossa till transportarbetet medför det att den tiden motsvarar cyklerna *Förflytta virke*, *Förflyttning utan virke* och *Lossning* i tidsstudien. Resultaten för dessa cykler i teorin uppgår till 51 % av total arbetstid.

I Bilaga 1 återfinns respektive timmerklass volym per sågkörning samt nuvarande lagers över respektive underskott. I nulägesdesignen är antalet timmerklasser med underskott, på mer än 200 m³, 19 stycken vilka tillsammans uppgår till 7 492 m³. Fyra stycken välter dras med ett överskott på mer än 200 m³ vilket tillsammans utgör 1 498 m³.

4.1.5 Ny timmerplansdesign på det inmätta lagret

Det teknologiskt möjliga systemet som går att implementera på Kåge såg men är förenat med höga kostnader skulle i dagsläget innefatta en ny mätstation. Flertalet maskinförare har nämnt problem med mätstationen och eliminering av denna flaskhals skulle kunna öka produktionen och troligtvis minska arbetsbelastningen för maskinerna. En fortsättning på genomfartsvägen på sågen eller utbyggnad av en väg mot Linds tomt skulle minska trafiken inne på området. En ytterligare möjlig investering är datasystemet GPS Timber som redovisas i delkapitel 4.3.

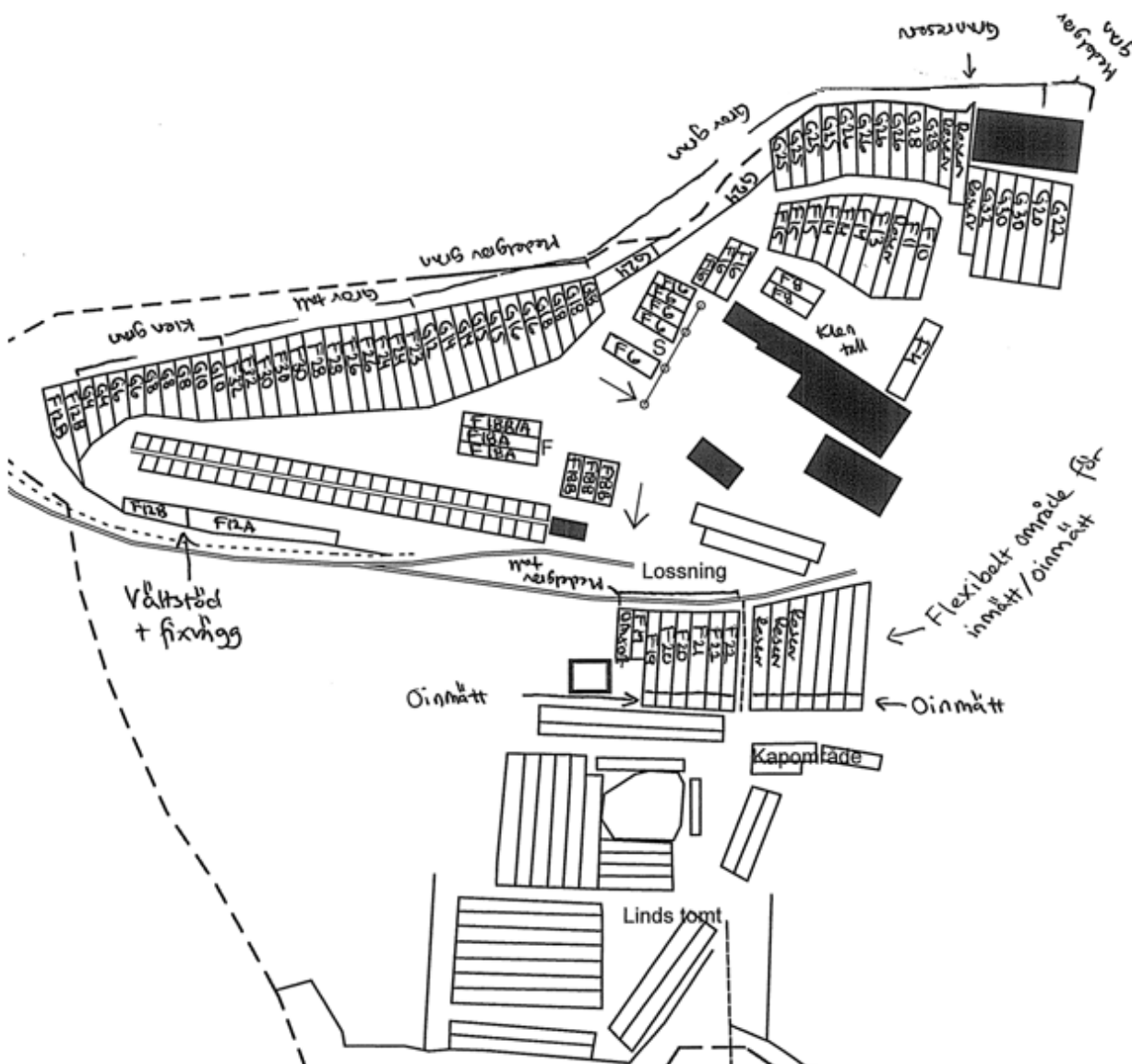
Fokus i denna rapport gällande design ligger dock på att utveckla det rekommenderade systemet. En ny timmerplansdesign återfinns i Figur 14 och har i högre grad en uppdelning av inmätt och oinmätt lager. De inmätta timmerklasser som tidigare låg på Linds tomt har flyttats till området söder om genomfartsvägen. Området i anslutning till detta som innehåller reservvälter och oinmätta välter blir därmed ett flexibelt område. Om maskinförarna på det oinmätta området lägger inifrån och ut så kommer detta område att fyllas sist vilket innebär att det kan fyllas med inmätt eller oinmätt virke efter behov. Detta skapar i högre grad möjlighet till en kombination av fast och flytande lagerplacering som beskrivet av Jonsson och Mattsson (2005). Flytande lagerplacering har i viss grad funnits tidigare då maskinförarna har utnyttjat fantasin för att skapa nya vältplatser men har i det nya designförslaget mer fast anvisade platser.

I den nya designen är ansatsen att balansera över- och underskotten vilket har resulterat i nio timmerklasser med ett underskott på mer än 200 m³ till en sammanlagd volym av 3305 m³. En välta har ett överskott på 305 m³ per sågkörning. En tabell med över- och underskotten återfinns i Bilaga 2.

Anledningen till de två oinmätta vältorna som dragits upp i östvästlig riktning är dels att någorlunda behålla andelen oinmätt respektive inmätt lager men kortar dessutom de välter som ligger i nord-syd riktning. Tanken med korta välter är dels att det tillgängliga utrymmet i

större mån ska utnyttjas istället för att ha flera långa vältor som inte är fyllda samt att reservvältorna inte ska vara så långa. Reservvältor uppstår när de ordinarie vältorna är fulla och det bör vara kortare tid till dess att det ska köras på sågen. Fler och kortare reservvältor skapar möjlighet för fler timmerklasser att läggas i reservvältorna istället för färre reservvältor som inte fylls. Ett vältstöd med kombinerad fixvägg återfinns i slänten söder om mätstationen och delar en vält i två.

I samband med arbete med det inmätta lagret skapades även en ny fackdesign, som ses i Bilaga 3. Maskinförarnas förslag kring facken togs inte hänsyn till i denna design då de var motstridiga. Istället skapades designen utifrån avståndsminimering i ArcMap och en ansats att bibehålla zonindelningen i timmerplansdesignen.



Figur 14. Förslag på ny timmerplansdesign på det inmätta lagret. ©Berglund

Den nya timmerplansdesignen har en lagerkapacitet justerad med 25 % på 33 834 m³ och tillsammans med fackdesignen ett totalt transportavstånd på 33 643 km, vilket ses i Tabell 7. Total tid för transport uppgår till 3 140 timmar och bränsleförbrukningen ligger på 49 371 liter.

Tabell 7. Resultatparametrar för nytt designförslag på Kåge sågs inmätta lager

Resultatparametrar	Designförslag
Tillgänglig lagerkapacitet (m ³)	45 112
Justerad lagerkapacitet (m ³)	33 834
Justerat reservlager (m ³)	2 859
Totalt transportavstånd (km)	33 643
Total tid för transport (h)	3 140
Total bränsleförbrukning för transport (l)	49 371

Det oinmätta lagret i det fall att den nya timmerplansdesignen på det inmätta lagret införs ger en tillgänglig lagerkapacitet på 9 642 m³, vilket ses i Tabell 8. Det totala transportavståndet uppgår till 10 284 km och tiden för att transportera lossat och lagrat timmer uppgår till 1 001 timmar. Den totala bränsleförbrukningen som åtgår till detta arbete är 16 235 liter.

Tabell 8. Resultatparametrar för nytt designförslag för det oinmätta lagret

Resultatparametrar	Designförslag
Tillgänglig lagerkapacitet (m ³)	9 642
Totalt transportavstånd (km)	10 284
Total tid för transport (h)	1 001
Total bränsleförbrukning för transport (l)	16 235

4.1.6 Differensen mellan nuläget och ny timmerplansdesign på det inmätta lagret

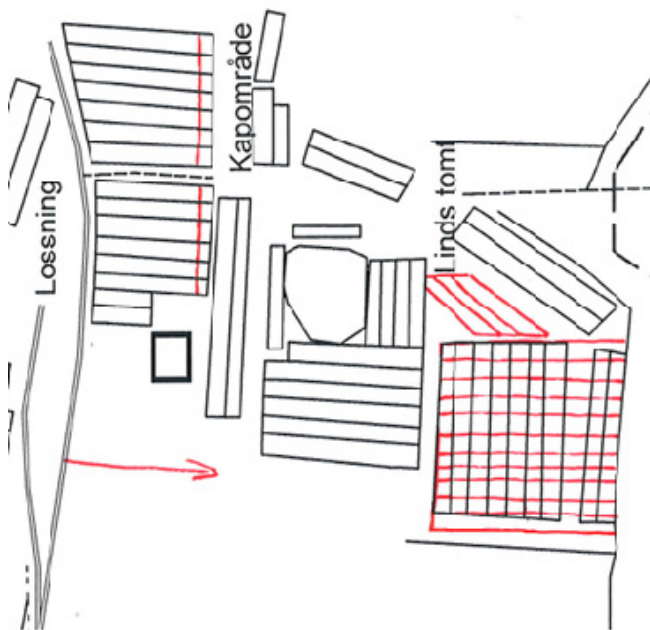
Vid införandet av ny timmerplansdesign skulle lagerkapaciteten på det inmätta lagret öka med 2 633 m³ medan lagerkapaciteten på det oinmätta lagret skulle minska med 492 m³, vilket ses i Tabell 9. Dessa beräkningar grundar sig på designen som syns i Figur 14. Anledningen till skillnaden mellan det ökade inmätta lagret och det minskade oinmätta lagret är det faktum att det går att lagra mycket mer i en inmätt vält. Reservkapaciteten på det inmätta lagret skulle öka med 417 m³ men antalet reservvältor minskar med fyra då det i den nya designen finns färre vältor med mer kapacitet men också mindre antal timmerklasser med underskott. Det totala transportavståndet minskar med 4 033 km vilket resulterar i en minskning i både bränsleförbrukning och arbetstid.

Tabell 9. Differensen mellan resultatparametrar för nuläget och den nya designen

Resultatparametrar	Differens
Justerad lagerkapacitet inmätt (m ³)	2 633
Reservkapacitet inmätt (m ³)	417
Tillgänglig lagerkapacitet oinmätt (m ³)	- 492
Totalt transportavstånd (km)	- 4 033
Total tid för transport (h)	- 378
Bränsleförbrukning (l)	- 5 962

4.1.7 Ny timmerplansdesign på det oinmätta lagret

Ny timmerplansdesign för det oinmätta lagret ses i Figur 15. Denna design förutsätter att maskinförarna använder vägen förbi spånet, utmärkt med röd pil i Figur 15, i högre grad än de gör idag. Givet att vältorna längst in vore inmätta vältor ryms det i dagsläget 2 349 m³ på det område som påverkas och är omritat i rött. Med justeringarna som föreslås där två transportvägar försvinner skulle det enligt beräkningar rymmas 2 723 m³. Ryms det dessutom tre vältor av längden 43 meter så tillkommer ytterligare 581 m³.



Figur 15. Ny design för det oinmätta lagret. ©Berglund

4.1.8 Presentation av timmerplans- och fackdesign

4.1.8.1 Fokusgruppsdiskussion

Vid presentationen av den nya timmerplans- och fackdesignen tog författaren själv upp problem som kan uppstå, för att få maskinförarnas syn på saken. Det som nämndes var antalet reservvältor, trots att antalet timmerklasser med underskott har minskat så har också antalet reservvältor minskat. Att timmerklasserna G12 och F23 endast är tilldelade en vält kan medföra svårigheter att lägga på höjden. Maskinförarnas motstridiga förslag kring facken togs också upp som en diskussionspunkt i syfte att få höra fler åsikter kring detta. Ytterligare förslag kring hur man ska minska andelen fixa i fack efterfrågades då detta upptar så stor del av maskinernas arbetstid, vilket redovisas under delkapitel 4.2.2.4 Maskinparkens gemensamma arbetsfördelning.

Maskinförarna var aktiva i diskussionerna och flertalet kommentarer framkom. Båda grupperna var överens om att F4 inte funkar att ha vid väggen då det skulle krossas fönsterrutor på sågen eftersom att furu är svårare att hantera. Den ena gruppen diskuterade zonen med medelgrov tall och vill byta område så att det ligger på det flexibla istället. Anledningen är att timmerklasserna med föreslagen placering skulle blockeras av flisbilar som ställer sig och väntar. Det diskuterades dessutom att byta område på medelgrov tall och grov gran för att få den grova granen ännu närmre sågen. Området där det idag ligger grov gran bakom sågen tycker den ena diskussionsgruppen borde innehålla klena sorter. Författaren förklarade problematiken med att de klena sorterna kräver mindre utrymme och att det då skulle bli en vält per timmerklass varvid de blockerar varandra. En idé som framkom var att vända på de vältorna och sätta vältstöd mot vägen. På så vis blir vältorna kortare men det skulle rymmas minst två vältor till. Säkerheten mot vägen måste garanteras med stabila vältstöd men en fördel är också att det skulle medföra mindre körningar runt sågen där det är mycket trafik.

Den ena gruppen mottog idén med fixvägg och vältstöd positivt och båda grupperna ansåg att idén med att vända på de oinmätta vältorna längst in på Linds tomt var bra. Det faktum att G12 bara har en vält kommenterades med att det blir svårt att lägga högt och de vill helst ha två

vältor av varje sort bredvid varandra. Detta har varit ansatsen i timmerplansdesignen men timmerklasser med litet vältbehov har varit begränsande för detta.

Gällande facken ansåg en av diskussionsgrupperna att krokigt virke och omkapningsvirke ska ligga på facknummer 1 och 2. Detta på grund av att mätbanan skakar mycket just där viket gör att det hoppar av stockar i dessa fack. En av maskinförarna debatterade för att granfack ska ligga mittemot varandra då skilda trädslag är svårare att upptäcka senare i kedjan. En annan maskinförare menade att om man upptäcker att det är gran i ett tallfack så får man en snabb indikation på att det är något fel med avslagningen på mätbanan. Gruppen ifrågasatte också hur mycket tid som lagts ner på att få till problematiken kring facken. Det borde gå att se över pulsgivaren som styr avpetarna längs banan och de tekniska problemen kring mätbanan för att minska andelen fixa i fack.

Flertalet anställda har varit positiva till delar av de förslag som presenterades av författaren. Svårigheten som beskrivs givet anpassningar av den presenterade designen gäller själva implementationen. Det kommer att ta tid att flytta om timmerklasserna.

4.1.9 Analys av nuläget och nya designförslag

4.1.9.1 Förbättringsförslag utifrån observationer

Maskinernas användningsområden ur maskinförarnas synvinkel diskuteras under delkapitel 4.2.4 Analys av maskinparkens kapacitet och arbetsfördelning. Detta i syfte att koppla samman maskinförarnas kommentarer med resultatet av tidsstudie och GPS – överblick.

Önskemålen kring maskinparkens utformning är intressanta då det i dagsläget inte anses att arbetet kan upprätthållas med endast två maskiner. Förslaget med tre stycken höglyftare är dock inte heller genomförbart då traktorerna behövs för att skotta timmerplanen på vintern.

Majoriteten av maskinförarna är emot traktor med höglyftargrip men den hade en fördel som skulle underlätta arbetet på Kåge såg och som flera anställda såg ansåg var positivt med maskinen. Detta är griparmarna i maskingripen som gjorde att maskinförarna inte tappade ut stockar om de fått dåligt grepp eller skulle fixa något i anslutning till såg och mätbord. Negativiteten kring maskinen kan ligga i det faktum att de anställda var tvungna att lära sig nya kontroller och anpassa sitt körsätt efter en ny maskin. På Sävar såg har de traktor med höglyftaraggregat och det kan finnas fördelar med att undersöka maskinens produktivitet. Alternativt att det går att investera i en maskingrip med griparmar till Kalmar Höglyft ifall ett byte eller inköp är aktuellt.

Alla är överens om var de vill ha en ny fixvägg. Vältan som ligger på den södra sidan av mätbanan där maskinförarna vill ha fixväggen är väldigt lång och skulle kunna delas i två. Avskiljs de två vältorna med ett vältstöd kan en ny fixvägg fästas på sidan med väggen blickande mot norr varvid förarna inte behöver vrida maskinen för att fixa i gripen. Den bör dessutom vara större än den tidigare och ha ett kantstöd för optimal funktion.

Nuvarande välskyltar syns dåligt varvid en lösning är att förlänga vältskylten uppåt genom att stoppa i en stång i vältstöds hållighet i ramen. På denna fästs en större vältskylt. Detta möjliggör inte att de kan lägga högre vältor då stången inte tål belastningen av virke men gör att vältan syns längre. För vältorna som ligger norr om sågen där timmerklasserna är sprayfärgade på väggen finns en sommarlösning som underlättar för sommarjobbare. Skrivs timmerklassen istället på taket syns märkningen hela sommarhalvåret. Ett annat förslag som visserligen bara fungerar på sommaren men kan möjliggöra lättare inläring av en ny design är att lägga ut ett

plastband på marken med aktuell timmerklass skrivet i reflextape längst ut. En förutsättning är att plastremarna fästs så att de inte följer med när maskinerna kör över dem. Förslaget med reflextape på skyltarna under banan skulle underlätta för maskinförarna under det mörka vinterhalvåret och då det är mycket skräp längs banan som gör dessa svåra att se.

Problemet som beskrivs med att det faller stockar bakom benen på mätbanan vilket river ut det som finns i gripen skulle kunna avhjälpas med att en kedja fästs som förhindrar detta. Förslaget diskuterades med maskinförarna som trodde dels att kedjan skulle gå sönder och att det hindrar städning under banan. Anpassningar bör dock kunna göras om de anställda fortsatt anser att det är ett problem.

4.1.9.2 Ny timmerplans- och fackdesign

Intrycket från båda diskussionsledarna under fokusgruppsdiskussionen var att de anställda gärna hade diskuterat designen mer och att det finns mycket bra idéer att inhämta vid en eventuell implementation. Viktigt är att anpassa designen både på timmerplanen och i facken utifrån de idéer som framkom vid denna fokusgruppsdiskussion.

Intressant är differensen som uppstår mellan nulägesdesignen och den föreslagna designen. Det visar storleksordningen på vinsten av att se över vält- och fackplacering på timmerplanen. Den föreslagna designen är dessutom anpassad så att den ska vara lätt att lära in. Om hänsyn bara tas till frekvensläggning skulle minskningen i transportavstånd troligtvis öka.

Att minska transportavstånden innebär vinster för Kåge såg men även på en nationell och en internationell nivå uppstår miljövinster. En minskad bränsleförbrukning medför mindre utsläpp i närmiljö och atmosfär. Detta samtidigt som det finns risk för en framtida brist på bränsle och vissa oljebolag ifrågasätts för att exploatera känsliga biotoper vid oljeutvinning. Ur detta perspektiv är det angeläget att sträva efter en minskad bränsleförbrukning inte bara ur ekonomisk synpunkt men även ur en miljömässig och etisk synpunkt.

4.2 Maskinparkens kapacitet och arbetsfördelning

4.2.1 Moment och produktivitetsredovisning för alla maskiner

4.2.1.1 Maskinhastighet i förflyttning och lossning

Traktor 150 är enligt tidsstudierna den snabbaste maskinen på timmerplanen att förflytta sig med och utan virke vilket ses i *Tabell 10*. Traktor 180 är dock snabbare på att förflytta sig under lossning med 128,1 meter per minut. Skillnaden i förflyttningshastighet, med eller utan virke, är lägre för Kalmar Höglyft än för traktorerna och lägsta hastigheten uppnås under lossning med last.

Tabell 10. Maskinernas hastighet utifrån tidsstudier

<i>Maskin</i>	<i>Förflytta virke (m/min)</i>	<i>Förflyttning utan virke (m/min)</i>	<i>Förflyttning med virke under lossning (m/min)</i>	<i>Förflyttning tom under lossning (m/min)</i>	<i>Antal beräkningsgrundan de förflyttningar (Med/Utan virke)</i>
Kalmar Höglyft	154,1	155,4	78,9	92,4	33/27
Traktor 180	161,6	205,4	128,1	183,7	44/32
Traktor 150	186,1	230,7	107,9	191,2	45/34

Som ses av resultatet i *Tabell 11* är Traktor 180 med 7,4 minuters tidsåtgång den snabbaste maskinen att lossa en lastbil med. Trots det faktum att Kalmar höglyft lägger samman virke

från två lastbilsvagnar uppväger hastigheten i förflyttningen i Traktor 180s fördel. Tidsskillnaden mellan de två maskinerna uppgår till 1,7 minuter medan Traktor 150 lossar 2,7 minuter långsammare än Traktor 180. Traktor 150s, relativt övriga maskiner, höga lossningstid beror delvis på att det krånglade på lastbilen och föraren därmed lossade en trave med fyra gripar. Antalet lossningar berodde således inte på begränsningar i gripstorleken utan på det enskilda tillfällets störningar.

Tabell 11. Tidsåtgång för lossning av en lastbil (min)

<i>Maskin</i>	<i>Tidsåtgång förflyttningar</i>	<i>Tidsåtgång hopläggning</i>	<i>Tidsåtgång lossa</i>	<i>Tidsåtgång lämna</i>	<i>Sammanlagd tidsåtgång</i>
Kalmar Höglyft	5,0	0,3	2,5	1,4	9,1
Traktor 180	3,5	0	2,5	1,4	7,4
Traktor 150	3,8	0	5,1	1,1	10,1

4.2.1.2 Momentredovisning

Cyklernas tidsfördelning redovisar andelen tid spenderad på olika aktiviteter men enskilda moments tidsåtgång skiljer också mellan maskinerna vilket ses i *Tabell 12*. Tid spenderad på att hämta virke per moment uppgår till 0,51 minuter och är således högre för Kalmar Höglyft jämfört med de övriga. Traktor 150 har en avlämningstid på 0,19 minuter per moment vilket är det lägsta jämfört med de övriga. Kalmar Höglyfts tid för lossning är lägre än Traktor 180s vilket ytterligare adderar till det faktum att Traktor 180s snabbhet kompenserar vid lossning.

Tabell 12. Enskilda moments tidsåtgång per maskin oberoende av tillhörande cykel

<i>Maskin</i>	<i>Moment</i>	<i>Minuter</i>	<i>Antal moment</i>	<i>Antal lastbilstravar</i>	<i>Minuter/ moment</i>	<i>Minuter/ Lastbilstrave</i>
Kalmar HL	Hämta	18,8	37		0,51	
	Lämna	13,8	59		0,23	
	Lossa	9,8	22	11,5	0,41	0,83
Traktor 180	Hämta	23,3	58		0,40	
	Lämna	15,1	65		0,23	
	Lossa	2,51	6	3	0,42	0,84
Traktor 150	Hämta	16,9	55		0,31	
	Lämna	11,4	61		0,19	
	Lossa	1,7	4	1	0,43	1,7

4.2.1.3 Maskinernas gripstorlek

Tabell 13 redovisar maskinernas gripstorlek med bildstudien som underlag. Kalmar Höglyft uppnår de högsta värdena både i medeltal med 10 m³fub och för högsta noterat värde med 15 m³fub. Traktor 150 har den i gripvolym minsta gripen men uppnår ändå det högsta värdet av de lägsta noterade värdena med 7,1 m³fub.

Tabell 13. Maskinernas gripstorlek

<i>Maskin</i>	<i>Medelvärde (m³fub)</i>	<i>Högsta noterade värdet (m³fub)</i>	<i>Lägsta noterade värdet (m³fub)</i>	<i>Antal bilder (st)</i>
Kalmar Höglyft	10,0	15,0	6,6	27
Traktor 180	9,6	12,1	5,8	19
Traktor 150	8,3	9,5	7,1	29

4.2.1.4 Maskinernas driftskostnader och kapacitet

Maskinernas lastkapacitet utgår från gripstorleken där beräkning görs både för medelvärdet och det högsta noterade värdet. Kalmar Höglyft är den, utifrån driftskostnad och dieselkostnad, billigaste maskinen med 1,9 kr per m³fub med fylld grip men den dyraste maskinen med medelgrip, vilket ses i *Tabell 14*. I medelgrip är Traktor 180 den billigaste maskinen med en kostnad på 2,7 kr/m³fub och 274 m³fub förflyttat.

Tabell 14. Kostnad per transporterad m³fub

<i>Maskin</i>	<i>Transporterad m³fub/h med fylld grip</i>	<i>Transporterad m³fub/h med medelgrip</i>	<i>Kostnad per m³ fub med fylld grip (kr)</i>	<i>Kostnad per m³fub med medelgrip (kr)</i>
Kalmar Höglyft	407	272	1,9	2,8
Traktor 180	345	274	2,1	2,7
Traktor 150	309	270	2,3	2,7

4.2.2 Maskinernas arbetsfördelning

4.2.2.1 Kalmar Höglyfts arbetsfördelning

Kalmar Höglyft spenderar 33 % av tiden med att förflytta virke på timmerplanen vilket kan ses i *Tabell 15*. 19 % av tiden utgörs av förflyttning utan virke och 12 % av tiden går åt till att hålla ordning i facken. Lossning utgörs av 14 % av tiden medan att lägga ut kontrollstockar eller fixa med omkapningsstockar upptar 5 % respektive 8 % av tiden. Under det första tidsstudietillfället stod både mätstationen och sågen stilla i omgångar. Övrigt utgjordes för Kalmar Höglyft av ett facktest då mätstationen aktiverade avputtarna en i taget för att se vilket fack som det var problem med. Maskinföraren städade också i en hög med snöbark som låg vid mätstationen.

Tabell 15. Kalmar Höglyfts tidsfördelning i cykler

<i>Cykel</i>	<i>Minuter</i>	<i>Andelar (%)</i>
Förflytta virke	67	33
Förflyttning utan virke	39	19
Fixa i fack	25	12
Fixa på plan	6	2
Lossning	29	14
Vänta	1	1
Kommunikation	2	1
Kontrollstockar	10	5
Omkapning	16	8
Slaskfack	5	2
Övrigt	2	1
Summa	20318	100

4.2.2.2 Traktor 180s arbetsfördelning

Traktor 180 spenderar 44 % av tiden med att förflytta virke och 21 % av tiden med förflyttningar utan virke vilket ses i *Tabell 16*. Fixa i fack upptar 24 % av arbetstiden medan lossning endast utgörs av 4 %. Övrigt utgjordes av att hämta fyra inmätningsslappar, skriva upp en reservvålta och service där en annan anställd såg över däckerna på maskinen. I kategorin ingick även ett personligt ärende där en annan anställd laddade mobilen i maskinen.

Tabell 16. Traktor 180s tidsfördelning i cykler

<i>Cykel</i>	<i>Minuter</i>	<i>Andelar (%)</i>
Förflytta virke	86	44
Förflyttning utan virke	41	21
Fixa i fack	48	24
Fixa på plan	4	2
Lossning	8	4
Vänta	1	1
Kommunikation	1	1
Kontrollstockar	0	0
Omkapning	0	0
Slaskfack	0	0
Övrigt	7	3
Summa	19528	100

4.2.2.3 Traktor 150s arbetsfördelning

Traktor 150 spenderar 43 % av tiden åt att förflytta virke medan 22 % utgörs av förflyttning utan virke vilket ses i *Tabell 17*. 21 % av tiden utgörs av att fixa i fack medan 5 % utgörs av att fixa på planen. Vid ett av tidsstudietillfällena arbetade en vikarie med i laget varvid denna fick köra Traktor 180 med anledning av tidsstudien. Då vikarien inte kände sig bekväm med att lossa gjorde den studerade maskinföraren det med Traktor 150 varvid lossning utgörs av 3 %. Hade inte vikarien jobbat eller författaren efterfrågat Traktor 150 vid det tillfället hade lossning enligt maskinföraren utgjorts av 0 % för Traktor 150. Noterbart är också att under kategorin *Fixa på plan* ingår att maskinföraren drog fram en stock för hand från under sågbordet. Detta så att sågbordets kedjor skulle kunna dra stocken bakom sågbordet och sågen skulle kunna fortsätta produktionen. Övrigt utgjordes för Traktor 150 av tankning och av att hämta en inmätningsslapp.

Tabell 17. Traktor 150s tidsfördelning i cykler

<i>Cykel</i>	<i>Minuter</i>	<i>Andelar (%)</i>
Förflytta virke	86	43
Förflyttning utan virke	44	22
Fixa i fack	42	21
Fixa på plan	11	5
Lossning	5	3
Vänta	2	1
Kommunikation	3	1
Kontrollstockar	0	0
Omkapning	0	0
Slaskfack	0	0
Övrigt	8	4
Summa	19909	100

4.2.2.4 Maskinparkens gemensamma arbetsfördelning

Tabell 18 redovisar maskinparkens gemensamma tidsfördelning i olika cykler under de studerade timmarna där 40 % åtgår till att flytta virke. Andelen fixa i fack och fixa på plan uppgår tillsammans till 23 % och står därmed för en större tidsandel än förflyttning utan virke som utgörs av 21 %. Lossning och kontrollstockar utgörs av 7 % respektive 2 % av tiden för hela maskinparken.

Tabell 18. Maskinparkens gemensamma tidsfördelning i cykler

<i>Cykel</i>	<i>Minuter</i>	<i>Andelar (%)</i>
Förflytta virke	239	40
Förflyttning utan virke	124	21
Fixa i fack	115	19
Fixa på plan	21	4
Lossning	42	7
Vänta	4	1
Kommunikation	6	1
Kontrollstockar	10	2
Omkapning	16	3
Slaskfack	5	1
Övrigt	17	3
Summa	598	100

4.2.3 Maskinernas arbete utifrån GPS - överblick

Kalmar Höglyfts arbete under en dag återfinns på Figur 16 där huvuddelen av arbetet företagits på det inmätta området, på lossningsområdet och i anslutning till fack. En kommentar från en maskinförare efter insamling var att det kunde vara missvisande då sågen stått stilla under delar av arbetstiden.



Figur 16. GPS Överblick av Kalmar Höglyft. ©Berglund

Traktor 180 har under GPS - överblicken främst rört sig kring lossningsområdet och i anslutning till sågintaget vilket ses av Figur 17. Jämfört med de andra maskinerna har denna inte alls varit lika mycket kring mätbanan och facken.



Figur 17. GPS - Överblick av Traktor 180. ©Berglund

Traktor 150s arbete på timmerplanen återfinns på Figur 18 där huvuddelen av arbetet har företagits på området för det inmätta lagret och i anslutning till fack.



Figur 18. GPS - Överblick av Traktor 150. ©Berglund

4.2.4 Analys

4.2.4.1 Maskiner och arbetsfördelning

Som ses i Delkapitel 4.1.3 som behandlar de anställdas uppfattning om maskinernas arbetsfördelning i nuläget är åsikterna bland maskinförarna skiftande. Åsikterna skiljer sig i vad maskinerna arbetar med i nuläget och vad de bör arbeta med. Vissa önskar i högre grad en uppdelning av arbetsområden på maskinerna medan andra vill ha stor flexibilitet. Detta skiljer sig troligtvis i arbetsgrupperna men med utgång i Stefans (2011) simulering kan det ligga en vinst i att fastställa vad maskinerna bör arbeta med. Detta bekräftas av resultaten i detta delkapitel som fastställer att Kalmar Höglyft är dyrast vid medelfylld grip. Skillnaden i kostnad är liten men eftersom att det är beräknat i kostnad per m³fub blir dessa kostnader stora över ett år. Kalmar Höglyft bör således utnyttjas för arbetsuppgifter som att bära till såg varvid maskinförarna ofta försöker fylla hela gripen. Den måste naturligtvis också utnyttjas för att lägga timmer på vältorna för att få upp detta på höjden men även i det arbetet bör maskinförarna sträva efter en full grip. Som en av maskinförarna nämnde är Kalmar Höglyft överkvalificerad att pyssla med småplock på såg och mätstation samt upplägg av omkapningsvirke då det är den maskin som har högst dieselförbrukning och störst grip. I dagsläget finns dock inget alternativ då ingen av de andra maskinerna har en grip som passar för detta. Ur den synvinkeln skulle det vara intressant att se över driftskostnaderna av en traktor med höglyftaraggregat. I medelgrip är Traktor 180 den billigaste maskinen varvid den i högre grad bör nyttjas till att förflytta virke jämfört med Traktor 150 som förflyttar mindre virke per arbetstimme. Traktor 180 bör också främst utnyttjas för lossning då den är snabbast av maskinerna gällande denna arbetscykel. Traktor 150 bör därför främst arbeta med sådant som inte kräver förflyttning av virke för att avlasta detta arbete från de andra maskinerna, vilket utgörs av fixa i fack.

Maskinernas tidsskillnad i enskilda moment är små och därmed svåra att dra någon slutsats av. Det beror dessutom mycket på vältans tillstånd vid hämtning och avlämning, jämnare vältor gör att det faller mindre när virke ska hämtas från vältan till såg.

Traktorerna spenderar jämfört med Höglyften större tid till att förflytta virke där höglyftens tid istället upptas av att lossa lastbilar. Trots rapporterna från flera maskinförare om att Traktor 150 mest ska hålla till i facken är det Traktor 180 som har störst tidsandel på denna syssla. En annan kommentar från en av maskinförarna var att Traktor 180 spenderar mer tid till att lossa jämfört med Kalmar Höglyft. GPS - Överblicken bekräftar till viss del maskinförarnas påståenden då Traktor 150 har kört mer kring facken än Traktor 180. Traktor 180 har också spenderat mer tid i lossningsområdet än Kalmar Höglyft men detta kan bero på att Traktor 180 har kört mycket oinmätt virke till mätstationen. Antalet körningar fram och tillbaka vid inzoomning på bilden talar dock för att maskinföraren har viss grund i sitt påstående, men det går inte att säkerställa. Anledningen till att det skiljer sig mellan tidsstudie och maskinförarnas upplevda arbetsfördelning kan också grunda sig i olika arbetssätt mellan maskinförare då endast en maskinförare studerats. Arbetsbördan vid tillfället för observationerna påverkar också och valet att inkludera ett kvällskift gjordes för att skapa bredd i underlaget.

Mätbanan och facken ställer till bekymmer för maskinförarna vilket fångats upp både i observationerna och i tidsstudien. Nästan en femtedel av total arbetstid utnyttjas i en aktivitet som kan beskrivas som överflödigt eller icke-värdeskapande. Elimineras denna aktivitet finns potential för att dra ner antingen skift eller antalet maskiner. I dagsläget är en av anledningarna till att det behövs tre maskiner att produktionen fluktuerar över dagen. Stundtals beskrivs arbetet som stressigt medan det ibland finns tid över att kapa virke. En eliminering av en femtedel av arbetsaktiviteterna skulle dock troligtvis uppväga dessa

fluktuationer och öka tillgängligheten på mätstationen. Vinsten i att kapa om virke som är överlångt eller krokigt bör ställas mot kostnaden för detta arbete. Detta då dessa stockar går genom mätstationen tre gånger och på så vis skapar mer arbete för något som beskrivs som en flaskhals.

Resultaten som presenterats har påvisat flera arbetsaktiviteter som kan beskrivas som slöserier ur ett Lean production perspektiv. Fixa i fack, väntan och onödiga transporter som ett resultat av att maskinförarna åker på samma arbetsuppgift är några. En utjämnad arbetsbelastning tillsammans med eliminering av slöserier skulle troligtvis skapa en effektivare produktion för både mätstation och såg. Liker (2009) trycker dock på att hela organisationen måste tänka Lean production och detta är något som bör övervägas på Kåge såg. Det skulle dock kräva ansträngning även från skogsorganisationen som levererar timret till Kåge men de långsiktiga vinsterna är troligtvis stora både monetärt, organisationsmässigt och miljömässigt. En implementation av Lean production bör också involvera en standardisering av arbetsuppgifter. Vissa maskinförare tycker det fungerar bra att se var arbetsbehovet finns för stunden men det påpekas också att det beror på vilken grupp de arbetar med. Standardiserade arbetssätt som maskinförarna själva får utarbeta skulle medföra att det arbetsflytet inte behöver vara beroende på om en inarbetad kollega arbetar eller inte.

4.2.4.2 Tidsstudie jämfört med nuläget

Förflytta virke, förflyttning utan virke och lossning utgörs tillsammans av 68 %, vilket är att jämföra med samma arbete som beräknades i teorin och uppgick till 51 % av total arbetstid. Förflyttning utan virke i tidsstudien utgörs dock inte bara av förflyttning i syfte att hämta virke utan även av förflyttning mellan andra aktiviteter varvid skillnaden mellan teori och praktik troligtvis blir lägre än 17 %. Skillnaden mellan teori och praktik beror också på att timmerklasserna brännved, massa samt reservvältorna inte är medtagna i teorin. Volymerna är beräknade för att de ska ligga i sina respektive vältor vilket inte sker i verkligheten, då reservvältor utnyttjas och ibland kan ligga bakom ett magasin i östra delen av sågen. Detta skulle öka transportavståndet och minska skillnaden. En andel av dessa 17 % kan dock utgöras av tid spenderad på att leta vältplatser, köra fel och att två maskiner kör på samma jobb. Det vill säga, icke-värdeskapande aktiviteter.

4.3 Investeringskalkyl för GPS Timber

4.3.1 Programinformation

GPS Timber utvecklas av IT- företaget Cartesia tillsammans med konsultföretaget DataPolarna, vilka båda har sina rötter i Västerbotten (Mathias Ericson 2014, pers.komm). Systemet är från början kundinitierat men har under ett antal år utvecklats mot olika användare. Dagens produkt är generation fyra och innehas av 14 sågverksföretag.

GPS Timber är ett verktyg för att underlätta arbetet på timmerplanen, där allt som finns i lager kan registreras (Mathias Ericsson, 2014 pers.komm; Peter Andersson, 2014 pers.komm.). Timmerplanens utformning med fack samt såg- och mätbord är inmätta utifrån GPS-koordinater och varje maskin har en GPS-mottagare på antingen grip eller hytt. Datasystemet möjliggör kommunikation mellan maskinerna och en centraldator varvid varje rörelse registreras. På dataskärmen i maskin och centraldator visas hela timmerplanen med varje timmerklass markerat och de andra maskinernas positioner utmärkta. Detta medför att det inte finns något behov av fysiska vältskyltar.

Maskinförarna registrerar aktiviteter som hämta, lämna och lossa virke (Peter Andersson, 2014 pers.komm). När maskinföraren registrerar en timmerklass som hämtad i fack börjar

aktuell vält för den timmerklassen att blinka varvid föraren aldrig behöver fundera över var virket ska avlämnas. Finns ingen tillgänglig vält kan maskinföraren själv skapa en vält var som helst på timmerplanen och rikta in den för korrekt återgivning. Skulle maskinföraren befinna sig i fel vält när virket ska avlämnas kommer en varningstext som säger att det är fel vält. Envisas maskinföraren går det att lägga virket i fel vält men det krävs tre knapptryckningar. Om GPS-mottagaren har få satelliter att tillgå så att det ser ut som att maskinen befinner sig i fel vält kan maskinföraren själv klicka i rätt vält och lämna av virket.

GPS Timber är anslutet till mätstationen där varje stock som faller ner i ett fack registreras (Peter Andersson, 2014 pers.komm). Antalet stockar som ryms i ett fack är inmatat varvid systemet varnar när facket börjar bli fullt. Användaren kan själv välja antal nivåer för fackets fyllnadsgrad vilket visuellt gör att facken blinkar i olika färger när en viss procentsats är uppnådd. I regel blinkar facket rött om det måste tömmas inom kort. På detta vis behöver inte maskinföraren åka och fysiskt ta reda på om facken är fulla.

I maskindatorerna ges möjlighet till information om både timmerklassen som sågas och timmerklassen som står på tur i sågordning (Peter Andersson, 2014 pers.komm). Antal sågade stockar redovisas och är det en fast order visas också antal stockar kvar att såga. Vältorna som är aktuella för sågning är utmärkta i datorvyn för att undvika att vältor blir kvarglömda.

I och med att maskinförarnas registrerade aktiviteter loggas kan systemet redovisa hur mycket tid som spenderas på olika aktiviteter. Exempel på aktiviteter som loggas är att lossa lastbilar och transportera virke (Peter Andersson, 2014 pers.komm). Befinner sig maskinföraren i ett fack utan att hämta virke registrerar GPS Timber det som att maskinen fixar i facket.

Vid lossning av lastbil kan maskinföraren få ordernumret för det lossade virket direkt i datorn och har också möjlighet att registrera var virket läggs (Peter Andersson, 2014 pers.komm). Detta genom en anpassning gentemot SDC. I efterhand är det då möjligt att söka både på ordernummer och datum över när vältan är skapad. I dagsläget är det endast två av GPS Timbers kunder som utnyttjar denna funktion. När virket sedan läggs på mätbordet kan VMF i mätstationen se vilket ordernummer det är som ligger på bandet förutsatt att det är registrerat av maskinföraren. En alternativ vy över timmerplanen kan dessutom redovisa lagret utifrån liggtid för att undvika att virke ligger länge och drar på sig kvalitetsskador. Detta är något som alla som innehar produkten kan utnyttja på både oinmätt och inmätt lager då varje grip som läggs på en vältplats registreras. Ålder på virket kan baseras på tidpunkt för första grip eller medelålder för vältplatsen.

GPS Timber redovisar aktuellt lager på timmerplanen då varje grip registreras (Peter Andersson, 2014 pers.komm). Då antalet stockar i maskingriparna varierar kan denna redovisning uppdateras mot vad som har sågats i sågen och mätts in på mätstationen. Timmerplansstatus visar vad som finns i lager på vält, fack och osorterat virke. Byts maskingrip eller maskinföraren anser att denne inte har tagit så mycket som systemet registrerar kan detta justeras i både kontorsklienten och maskinen.

Vid eventuell krasch av datasystemet finns det möjlighet att skriva ut en PDF med timmerklassernas fördelning på vältor (Peter Andersson, 2014 pers.komm). Denna uppdateras varje timme för att möjliggöra utskrift av aktuell vy.

4.3.1.1 Användarrapportering

Krylbo såg rapporterade under GPS Timbers användardagar att andelen felläggningar på deras timmerplan har minskat med hälften såväl som att det sorterade lagret har blivit större då vältorna är rakare och står tightare (Fredrik Nilsson, 2014 pers.komm). Detta beror enligt Johan Sundin på Krylbo att de topp/rot vänder i mätstation vilket gör att deras inmätta vältor lutar åt ett håll (Johan Sundin, 2014 pers.komm.). Detta kombinerat med att maskinföraren svänger in i vältan, och kommer närmre den svängen i slutet av vältan skapar en släpande svans, vilket gör att vältorna blir bredare än de behöver vara. GPS Timbers noggrannhet gör att maskinen måste vara inom ett intervall på 0,5 meter från centrum av vältan för att kunna träffa rätt vältor, vilket har skapat rakare och tightare vältor. Sedan införandet av systemet har de därmed fått plats med tre nya vältor på samma yta. Dieselförbrukningen har minskat med 8 % och andelen fulla fack är mindre (Fredrik Nilsson, 2014 pers.komm). Med anledning av installerade webkameror har kontrollen på såg och måtbord ökat.

GPS Timber ger möjlighet att istället för fast bestämda fack utnyttja dynamisk facksättning och dynamiska vältplatser (Fredrik Nilsson, 2014 pers.komm). Krylbo såg utnyttjar dynamiska vältplatser vilket har givit en ökad flexibilitet i timmerlagret. Sågens kontroll på gammalt virke har ökat vilket medför att risken för blånadsvirke har minskat. Timmerlagret är tack vare GPS Timber uppdaterat i realtid och inventeringsdifferensen på lagret har minskat. Maskinförarna på Krylbo har dessutom rapporterat ett lugnare arbetstempo. Avslutningsvis redovisar Krylbo såg en pay-off tid för investeringen på 2,9 år.

Bergkvist-Insjön höll en presentation om hur datasystemet fungerade på deras sågverk (Jocke Engberg, Henrik Pellas, 2014 pers.komm). Systemet installerades 2009 och som ett resultat har de ökat produktionen då mätstationen har varit en flaskhals. Detta tack vare den dynamiska facksättningen som installerades och medför att mätstationen inte måste stå om ett fack är fullt. Under presentationen framkom att det krävs ca 10 % mer fack än antal timmerklasser för att detta ska vara möjligt. Sågverket rapporterar dessutom att de i och med systemet har fått plats med fler vältplatser.

På mätstationen har Bergkvist-Insjön i medeltal ökat produktionen med 563 stockar/skift och tillgängligheten på anläggningen har blivit bättre i och med minskade stopp (Jocke Engberg, Henrik Pellas, 2014 pers.komm). Gällande stoppfrekvensen på fulla fack ligger den i samma nivå som tidigare men då antal stock/skift har ökat blir andelen mindre. Omsorteringen rapporteras dock ha ökat med 1 % men det kopplas till att nya timmerklasser har introducerats. Förarnas upplevelse är att de aldrig behöver åka och tömma facken direkt för att mätbanan kan köra ändå och det är mindre risk för stopp.

Mathias Ericsson som är säljare på Cartesia rapporterar som användarna att systemet medför kortare körsträckor, mindre felläggning, minskad utsortering och mindre stopptider i sorteringen (Mathias Ericsson, 2014 pers.komm). Han menar också att det möjliggör en högre produktion. GPS Timber har hög noggrannhet i positioneringen då systemet utnyttjar både GPS navigeringssystem och Glonass vilket är det ryska navigeringssystemet.

4.3.2 Investeringskalkyl för GPS Timber

Utifrån dagens timmerplansdesign och givet att dieselförbrukningen minskar med 8 % har GPS Timber en payback-tid på mer än 10 år vilket ses i Tabell 19. Om sedan kvalitetsförlusterna minskar med en tredjedel och stoppen i mätstationen på grund av fulla fack och tomt måtbord minskar med hälften är payback-tiden nere på 1 år och 3 månader och nuvärdet ligger på mer än 4 miljoner. Skulle dessutom maskintiden minska med 8 % utifrån

Krylbos minskade dieselförbrukning och 1 % i tid spenderad på att söka mätningsslappar enligt tidsstudien är systemet återbetalat inom 1 år och 2 månader. Anledningen till att det är liten skillnad mellan Uträkning 3 och 4 är att förändringarna i Uträkning 4 inte beräknas kunna genomföras förrän år 2.

Tabell 19. Resultat från investeringkalkylen för GPS Timber

Uträkning	Parameter	Minskade kostnader (%)	Payback-tid (år.månad)	Nuvärde (kr)
1	Dieselförbrukning	8	> 10	-249 556
2	Kvalitetsförluster på grund av blånad	33	3.1	1 318 830
3	Stopp på grund av fulla fack och tomt mätbord	50	1.3	4 488 866
4	Maskintid	9	1.2	8 623 196

Fördelningen på intäkter ligger för uträkning 3 i Tabell 19 på 22 % vinst i dieselförbrukning, 26 % vinst i minskade kvalitetsförluster och 52 % vinst i ökad tillgänglighet på mätstationen.

4.3.3 Analys av GPS Timber

4.3.3.1 Organisatoriska anpassningar och analys av eventuella för- och nackdelar

Den organisatoriska fördelen med GPS Timber är det faktum att maskinförarna får mer överblick över arbetet på timmerplanen. Idag kan maskinförarna fysiskt behöva åka för att se om de ska exempelvis fylla på såg eller mätbord samt om det behöver fixas i facken. En anpassning av systemet som kommer att bli nödvändig är dock upplägget kring fyllnadsgrad i facken. På andra sågverk som har annorlunda utformade fack fungerar det att räkna antalet stockar som faller ner i facket för bedömning av fyllnadsgraden. Det kan dock uppstå svårigheter på Kåge såg då maskinförarna rapporterar att det oftast krävs att de drar bak eller fixar i facket två gånger för att uppnå ett fullt fack. Sedan tar de inte heller alla stockar i facket när de tömmer dem då två till tre stycken stockar lämnas för att hindra nedfallande stockar från att rulla ut ur facket. Alternativet är i detta fall att det läggs in en funktion där maskinförarna rapporterar in i GPS Timber att de fixat i facket och systemet varnar för fullt fack när det blivit fixat två gånger och antalet stockar uppnår maxantal. De måste också kunna justera för hur många stockar som lämnas i facket för att dels fyllnadsgraden ska bli korrekt men även för att den övergripande lagerinventeringen ska ligga på rätt nivå. För att maskinförarna då ska kunna undvika extra körningar för att kolla när det behöver fixas i facken krävs en kameravy över mätbanan i någon av maskinerna. Detta har diskuterats med GPS Timber och en möjlig lösning är att facken är gröna så fort det finns något i dem. När det fallit ett visst antal stockar i facket som medför att det troligtvis behöver fixas i facket så slår färgen om till gult. Åker en maskin och fixar facket blir det grönt igen. Hur många gånger det måste fixas i facket och efter hur stort antal stockar bör provas ut. När facket sedan nått en fyllnadsgrad på 80 % blir facket rött för att indikera att det bör tömmas inom kort.

En vinst med systemet som kan kopplas till maskinförarnas behov av planering är redovisningen av sågordning i GPS Timber. Givet att de får rapport om sågordningen kan de samla mer timmer av rätt timmerklass eller kommande timmerklass i anslutning till sågbordet. Detta bör ge mer tid för andra uppgifter eller minska stressen att hålla sågen igång.

I dagsläget är det endast två sågverk som utnyttjar funktionen med koppling mot SDC för att minska tiden som åtgår till att söka mätningsslappar. Detta bör utnyttjas på Kåge såg som har problem med att hitta mätningsslappar på snörika vintrar och kan därmed ge maskinförarna tid för mer värdeskapande aktiviteter.

Möjligheten till en vy över timmerplanen med ålder på virket kan minska kvalitetsförlusterna för sågen men också minska risken för att markägare får vänta på mätbeskedet. Detta är således inte bara en vinst i volym men ger även ett bra intryck av Norra Skogsägarna utåt mot markägare som blir otåliga på att få ett inmättningsbesked.

Krylbo såg rapporterar att det ryms fler vältor på timmerplanen vilket det inte är säkert att Kåge såg kommer att kunna räkna med. Kåge såg topp/rot vänder först i sågen varvid de inte får lika lutande vältor som Krylbo såg. Dynamisk facksättning kommer troligtvis inte heller att kunna införas på Kåge såg då det i dagsläget inte finns nog många fack tillgängliga. Däremot kommer det finnas möjlighet till dynamisk vältläggning men det finns troligtvis en vinst i att ändå ha en överskådlig planering över var vissa timmerklasser bör ligga för att minska transportavståndet till såg.

Bergkvist-Insjöns ökade tillgänglighet på mätstationen kan vara en möjlighet även för Kåge såg att öka tillgängligheten på en anläggning som beskrivs som en flaskhals. Skillnaden blir dock att Kåge såg inte kommer att kunna införa dynamisk fackläggning i nuläget varvid det inte är säkerställt att tillgängligheten kommer att kunna öka i lika hög grad som på Bergkvist-Insjön.

En reflektion från författaren kring nackdelar med systemet är om det minskar behovet för maskinförarna att tänka själva. Det är visserligen lättare för tillfällig personal att få en överblick över timmerplanen utan att behöva lära sig designen utantill men för de fast anställda är designen i nuläget ett mindre problem. Förhoppningen är dock att maskinförarna även med systemet fortsätter att maximera sin arbetsinsats och finna små organisatoriska vinster även om grundöversikten finns i systemet. Vinsten i transportavstånd i den föreslagna timmerplansdesignen visar på vikten av att ha en övergripande planering för timmerplanen även om ett implementerande av GPS Timber skulle ske.

GPS Timber skapar bättre kontroll över arbetet för maskinförarna och enligt tidigare erfarenheter blir arbetet mindre stressigt. Detta är positivt, men det bör också tas i beaktning att detta är ett datasystem som kan uppfattas som en övervakning. I och med att en GPS läggs in i varje maskin och registrerade aktiviteter loggas får även sågverket bättre överblick på maskinförarnas arbete. Det är viktigt att ta in etiska aspekter vid en eventuell implementation av datasystemet och diskutera implementationen med maskinförarna.

4.3.3.2 Investeringskalkylen

Investeringskalkylen utgår ifrån det som i dagsläget är möjligt att beräkna givet tillgänglig data på Kåge såg. Arbetsmässiga vinster som att maskinförarna blir mindre stressade eller kan planera bättre är så kallade mjuka värden och svåra att värdesätta i pengar.

En minskad dieselförbrukning, mindre andel stopp på mätstationen och minskade kvalitetsförluster bör kunna uppnås i dagens läge. Det vill säga, inga andra anpassningar genomförs än att GPS Timber installeras och anpassas till Kåge sågs förutsättningar. Detta medför att systemet kan återbetalas strax efter ett år från installation. Att kunna minska maskintiden kräver dock anpassning av sågen utöver programinstallation och är beräknat kunna genomföras först år 2. När minskningen i maskintid kan genomföras är dock svårt att uppskatta och det kan ta längre tid än ett år och uppgår troligtvis inte heller till det exakta antalet timmar som beräknats. Detta då det beror på hur minskningen genomförs.

Givet beräkningarna i analysen är dock återbetalningstiden nere på under tre år givet de tre första parametrarna och är således en fullt rimlig investering att göra för Kåge såg. Nuvärdet är beräknat på 10 år och en svaghet i analysen är att interna kostnader för utbildning och installation inte är med i beräkningen. Maskinernas avskrivningstid är inte heller medtagen på grund av att Kåge såg köper in begagnade maskiner och beroende på den framtida maskinparkens värde och avskrivningar kan detta fort förändras. Den osäkraste parametern givet uträkning tre gäller kvalitetsförlusterna som är svåra att värdesätta i pengar då virket utmynnar i olika produkter med skiftande täckningsbidrag. Beräkningen har gjorts schablonmässigt och det är inte heller säkert att en tredjedel av kvalitetsförlusterna försvinner i och med installation av systemet då det förutsätter att maskinerna har tid att ta hand om det äldre virket. Virke som blir liggande för att man inte är säker på ålder kan dock räddas. En minskad bränsleförbrukning rapporterar flera användare om den sedan uppgår till 8 % på Kåge såg kan endast framtiden utvisa. Andelen stopp på grund av fulla fack och det faktum att mätbordet är tomt har slagit hårdast på intäkterna i Uträkning 3. Detta beror till viss del på att det baseras på kostnader för minskad övertid.

Det finns många organisatoriska vinster med GPS Timber och delar av dessa går troligtvis att minimera utan installation av programmet. Lindgren (2009) föreslår i sin studie en översyn av vältplaceringen och timmerklassernas fördelning trots installation av programmet. På Kåge såg skulle en översyn av mätbanan och problemen som uppstår med avpetarna troligtvis också leda till en reduktion i antalet stopp i mätstationen. Det är viktigt att optimera arbetet på timmerplanen även om installation inte genomförs eller efter att systemet installerats. Ett Lean production - tänk på sågverket skulle kunna öka produktiviteten på timmerplanen och minska andelen tid spenderad på onödiga aktiviteter även om programmet inte installeras.

5. Diskussion

Denna del utgörs av diskussion kring teori och metod samt kopplar detta arbete till tidigare forskning på området.

5.1 Övergripande teori och metodteori

Valet av teori har främst utgått ifrån syftet där frågeställningarnas art har styrt vilken teori som undersökts. Under litteratursökningsfasen i arbetet har flertalet böcker och avhandlingar studerats och ansatsen har hela tiden varit att utnyttja så många som möjligt i arbetet. Ett exempel är gällande teori om ekonomisk kalkylering där fem böcker studerats och tre stycken har medtagits i den slutgiltiga rapporten för att påvisa användandet av flera källor. Den teori som i det fallet valdes, då det finns flera kalkylmetoder för investeringsbedömning, grundade sig på att payback-tid är ett intuitivt begrepp och på vad Sågverkschef Johan Oja brukar använda beroende på investeringens karaktär. Logistisk teori, materialkartläggning och produktivitetsteori har utsökts dels baserat på författarens erfarenhet i ämnet utifrån tidigare kurser i Jägmästarutbildningen samt vad som funnits tillgängligt på flertalet bibliotek i Sverige. Urval har baserats på vad som främst uppfyller syftet med frågeställningar och rapporten i helhet.

5.1.1 Alternativa tillvägagångssätt

Som tidigare forskning visar finns det olika sätt att lösa denna typ av design och optimeringsproblem. Modellen som i denna rapport görs i Excel kunde utformas i andra program exempelvis ArcMap och logistiskt optimerats. Ytterligare parametrar kunde dessutom ha lagts till modellen. Fördelen med metoden som används i detta arbete är att det utnyttjar maskinförarnas erfarenhet och engagerar dem i utvecklingsarbetet vilket gör att arbetsmässiga förbättringsmöjligheterna kan identifieras och en eventuell design kan få större implementerbarhet. En fördel med lösningen som tas fram i denna rapport är dessutom det fokus som varit på att layouten ska vara logisk för inläring.

5.1.2 Metodteori

Tidsstudierna har utöver maskinanalysen givit underlag för alla tillämpade beräkningar gällande nulägesdesignen. Tidsstudien omfång har ansetts passande utifrån tillgänglig tid och antalet maskiner som skulle studeras. Valet att genomföra tidsstudien under två dagskift och ett kvällskift gjordes för att det är under dagen som det är störst aktivitet på sågen. Anledningen till att kvällskiftet togs med var för att fånga upp eventuella variationer. Optimalt hade varit att studera två dagskift, två kvällsskift och två nattsift. Tiden var dock begränsande varför vald fördelning av studerade skift diskuterades fram med handledare. Att genomföra en tidsstudie på sex skift hade givit säkrare resultat gällande maskinernas arbetsfördelning men med tidsbegränsningen ansågs det fördelaktigt att studera skift med en hög arbetsbörda.

Tidpunkten på året för tidsstudien är intressant då maskinerna under vinterhalvåret påverkas av snö och halka varvid annorlunda resultat kunde ha uppnåtts under optimala förhållanden med ingen halka. Det går dock inte att räkna med att maskinerna alltid kan prestera optimalt alla gånger under året varvid detta kan vara en mer rättvisande bild. Maskinerna har dessutom fått arbeta och jämförts under samma förhållanden. Höglyftaren har av maskinförarna beskrivits ha mer problem med halkan varvid den kan ha missgynnats av dessa förhållanden. Alla maskinerna påverkades dock av gropar som uppkom på timmerplanen på grund av isens ojämna utbredning och avsmältning. En parameter som påverkat alla maskinerna är den externa trafiken. Som ses i momentindelningen uppstår väntan då maskinens hjul står stilla. Maskinföraren stannade dock sällan utan saktade istället ner för att invänta trafiken varvid

väntan troligtvis upptagit mer tid än vad som framgår i tidsstudien om maskinföraren istället kört fram och sedan stannat. Hastighetsmomentet påverkas också av om maskinföraren kommunicerar under förflyttningen då intensiv kommunikation medför att maskinens fart sänks. Ett alternativt tillvägagångssätt att beräkna hastigheten på är att utnyttja maskinernas trippmätare. Detta skulle dock inte ha kunnat ge samma noggrannhet då en trippmätare inte registrerar vad som görs under en viss förflyttning och varför då maskinen har den hastighet som den har. Det resulterar snarare i en medelhastighet oberoende av vilken aktivitet som utförs.

Arbetsfördelningen mellan maskinerna kan påverkas av maskinförarens val av arbete eller arbetande grupps val av fördelning inte bara på maskiner men på förare också. Valet av en erfaren förare var dock ett försök att minimera att vissa arbetsuppgifter premieras utifrån svårighetsgrad. En erfaren förare bör känna sig trygg i alla arbetsuppgifter och inte välja bort vissa arbetsuppgifter som anses svårare som lossning eller fix med stockar i anslutning till känslig utrustning. Information gavs till utvald maskinförare att denne skulle jobba precis som vanligt och inte låta sig påverkas av det faktum att denne var studerad. Hämta och Lämna - momentens längd påverkas av hur mycket maskinföraren måste fixa till i välta eller fack vid hämtning eller lämning. Dessa moment har dock behandlats lika vid alla tillfällen varvid längden på de olika momenten för maskinerna bör ge viss information om hur lång tid det tar att hämta eller lämna givet att det måste fixas till i välta eller fack.

Noggrannare planering med studerad maskinförare kunde ha gjorts så att författaren inte valde maskin utifrån tillfället utan lät maskinföraren först välja maskin och att författaren sedan anpassade sig efter det. Svårigheten som uppstod var dock det faktum att maskinföraren inte själv alltid visste vilken maskin denne skulle köra utan det berodde på vem mer som jobbade och beslutades i anslutning till fikarast eller lunch.

Maskinföraren kan ha påverkats av tidsstudien under arbetet. Trots författarens försök att hitta en maskinförare som var villig att låta sig studeras så uppstår en situation som avviker från en vanlig arbetsdag. Författaren har påpekat att arbetet ska ske som vanligt och har överlag i hela arbetet följt etiska riktlinjer av hänsyn till alla maskinförare. Det går dock inte att utesluta att maskinföraren som studerades vid tidsstudien inte påverkades av denna varvid även tidsstudieresultatet kan ha påverkats.

Bildstudien ansågs passande för att ta hänsyn till gripens fyllnadsgrad av olika timmerklasser. Vid det första tillfället brast kommunikationen lite mellan författare och maskinförare då en av dessa förstod det som att författaren ville ha bilder på en full grip och inte att de skulle arbeta och fylla griparna som vanligt. Detta resulterade i att denne maskinförare poserade med full grip. Efter ett tag insåg författaren detta och korrigerade över radio. De bilder som tagits i och med posandet har därför inte medtagits i studien.

Bilder som togs för att uppskatta de oinmätta vältornas volymkapacitet anses passa syftet då kanonernas lutning och volym påverkar hur mycket som ryms i en vält. En stiliserad vält som beräknats på det inmätta lagret skulle därför ge mer osäkra resultat varvid bilderna ansågs kompensera för kanonernas utseende och placering.

Gällande information som insamlats om datasystemet GPS Timber bör påpekas att information till stor del har samlats in från tillverkare och i anslutning till användardagar. Detta kan resultera i att fördelar med systemet belyses medan nackdelar kanske inte framkommit på samma sätt. Författaren har dock i diskussion med andra användare försökt att

fråga även om nackdelar för att återfinna eventuella svårigheter eller följd effekter av systemet för att kunna belysa även dessa.

5.1.3 Databehandling

Databehandling har skett främst av författaren där avstämning sedan skett mot handledare på såg och universitet. Anpassningar har gjorts i samråd för att ge en rättvisande teoretisk bild av verkligheten för senare jämförelse eller förbättringsförslag.

5.1.4 Forskningsetiska aspekter

Under studien har författaren garanterat anonymitet vid de ostrukturerade intervjuerna som genomfördes. Maskinföraren som studerades vid tidsstudien kunde däremot inte vara anonym då tidsstudien genomfördes på arbetstid och författaren synbart satt i maskinen. Tillfrågad maskinförare var dock medveten om detta då denne tillfrågades om deltagande och hade rätten att säga nej.

Denna rapport innehåller inte allt som framkommit under arbetet med examensarbetet då viss information som framkom under intervjuerna inte ansågs vara relevanta för syftet. Ingångsvärdena i investeringskalkylen redovisas inte heller då dessa ansågs konfidentiella. Författaren har hela tiden haft en dialog med sågverkschefen på Kåge såg för att säkerställa att sågens önsknings om konfidentialitet respekteras.

5.2 Jämförelse med tidigare forskning

Resultaten i denna studie gällande transportavstånden på timmerplanen bekräftar Lundahls (2009) simulering. Den nya timmerplansdesignen medförde en minskning i transportavstånd jämfört med det teoretiskt beräknade nuläget vilket var vad Lundahl (2009) kom fram till i sitt projekt. Intressant är att Lindgren (2009) i sin utvärdering av timmerplan och GPS Timber föreslår en översyn av vältplaceringen. Trots införandet av systemet har sågverket således fortfarande problem med att optimera timmerplanen. Detta visar på att datasystemet inte löser alla problem. Kåge såg bör därför, vid en eventuell implementering av datasystemet, fortfarande utnyttja resultaten i denna studie för att optimera timmerplanen.

Resultatet i denna studie skiljer sig från Bexells (2011) examensarbete där en fördelning av de volymsmässigt största klasserna närmast sågen minskade möjlig lagervolym. En anledning till detta kan vara att denna studie inte har implementerat denna fördelning fullt ut utan också strävat efter zonindelning. Zonindelningen medförde att vissa timmerklasser med mindre årsvolym hamnade närmre sågen än de skulle gjort om fokus bara legat på årsvolym. En anledning till den ökade lagervolymen på inmätt lager är också att det skedde en justering i förhållandet mellan inmätt respektive oinmätt lager.

Larssons (2004) samt Aronsson och Karlssons (2013) studier har främst utnyttjats i utvecklandet av den nya designen varvid resultaten inte går att jämföra med denna studie.

6. Slutsatser och rekommendationer

Denna del sammanfattar resultatet av detta arbete utifrån frågeställningar.

6.1 Förbättringspotential på Kåge såg

Resultaten i denna studie visar att det finns en stor förbättringspotential på Kåge såg. Små förbättring som kan genomföras direkt utan att större investeringar krävs har identifierats i observationerna. Detta utgörs av en whiteboardtavla eller karta i maskinerna för översikt av reservplatser, reflextape på skyltarna under mätbanan och lampor på området bakom sågen. Förbättringsförslag kring mätstationen kräver större arbetsinsats men har potential att medföra vinster såsom en minskad andel tid spenderad icke-värdehöjande aktiviteter.

Om GPS Timber införs kommer inte den nya timmerplansdesignen vara nödvändig då systemet eliminerar behovet av fasta vältplatser. Det kan dock finnas en vinst i att utnyttja zonindelning av timmerplanen så att maskinförarna får en känsla för var virket ska ligga givet transportavstånd. Det är också viktigt att hålla koll på vältbehovet per timmerklass så att timmerklasser med litet vältbehov inte läggs i långa vältor. Givet att de läggs i långa vältor skapas bara en vält, vältan utnyttjas inte fullt ut då den blockeras och lagerutrymmet blir begränsat. Delar av resultatet i denna studie kan således användas för att öka vinsterna med GPS Timber och utnyttja lagerutrymmet effektivare.

6.2 Slutsatser utifrån frågeställningar

6.2.1 Nulägesanalys och nytt designförslag

Kåge såg kan öka lagerkapaciteten och minska transportarbetet givet en optimering av vält och fackplacering. Föreslagen timmerplansdesign måste anpassas utifrån maskinförarnas synpunkter vid fokusgruppsstillfället.

6.2.2 Teoretisk och ekonomiska analys av maskinpark

Traktor 150 är den snabbaste maskinen på att förflytta sig med och utan virke på timmerplanen. Traktor 180 är snabbast vid förflyttning med virke under lossning och är dessutom den snabbaste maskinen att lossa en lastbil med. Kalmar Höglyft har den största maskingripen och är den billigaste maskinen att förflytta virke med givet fylld grip.

Maskinerna spenderar 40 % av arbetstiden till att förflytta virke och 21 % av tiden till förflyttning utan virke. Fixa i fack upptar 19 % av arbetstiden och lossning utgörs av 7 %.

Icke-värdeskapande aktiviteter har identifierats och bör elimineras. Maskinernas arbetsfördelning bör ses över och standardiseras i samarbete med de anställda.

6.2.3 Investeringskalkyl av datasystemet GPS Timber

Givet att endast dieselförbrukningen minskar i och med införandet av GPS Timber är systemet inte en rimlig investering utifrån att payback-tiden överskrider tre år. Kan sågen i och med införandet utöver dieselförbrukningen minska kvalitetsförlusterna på grund av blånad och minska andelen stopp i mätstationen är datasystemet en rimlig investering. Då uppgår payback-tiden till ett år och tre månader med ett nuvärde på mer än fyra miljoner kronor.

Referenser

Böcker

- Bell, J. (2006). *Introduktion till forskningsmetodik*, Upplaga 4. Lund: Studentlitteratur.
- Bergknut, P. (1993). *Investerings i teori och praktik*. Upplaga 5. Lund: Studentlitteratur.
- Denscombe, M. (2009). *Forskningshandboken: För småskaliga forskningsprojekt inom samhällsvetenskaperna*. Lund: Studentlitteratur.
- Holme, I.M. & Solvang B.K. (1997). *Forskningsmetodik: Om kvalitativa och kvantitativa metoder*. Lund: Studentlitteratur.
- Hågeryd, L. (2005). *Modern produktionsteknik. D.2*. Upplaga 2. Stockholm: Liber.
- Jonsson, P. (2011). *Logistik: Läran om effektiva materialflöden*. Lund: Studentlitteratur.
- Liker, J.K. (2009). *The toyota way: Lean för världsklass*. Malmö: Liber.
- Lumsden, K. (2006). *Logistikens grunder*. Lund: Studentlitteratur.
- Merriam, S.B. (1994). *Fallstudien som forskningsmetod*. Lund: Studentlitteratur.
- Olhager, J. (2000). *Produktionsekonomi*. Lund: Studentlitteratur.
- Olsson, U.E. (2011). *Kalkylering för produkter och investeringar*. Upplaga 4. Lund: Studentlitteratur.
- Oskarsson et al. (2006). *Modern logistik: För ökad lönsamhet*. Malmö: Liber
- Tompkins, J.A. (2010). *Facilities planning*. Upplaga 4. Hoboken, N.J: John Wiley distributor.
- Trost, J. (2005). *Kvalitativa intervjuer*. Upplaga 3. Lund: Studentlitteratur.
- Yard, S. (2001). *Kalkyler för investeringar och verksamheter*. Upplaga 2. Lund: Studentlitteratur.
- Yin, R.K. (2007). *Fallstudier: Design och genomförande*. Malmö: Liber.

Vetenskapliga rapporter

- Bexell, R. (2011). *Hög fyllnadsgrad i timmerlagret*. Sveriges Lantbruksuniversitet. Institutionen för skogens produkter. (Examensarbete 2011:73)
- Lindholm, G. (2006). *Sågverksbranschens kostnads- och intäktsstruktur: Undersökning, analys och trender inom svensk sågverksnäring*. Sveriges Lantbruksuniversitet. Institutionen för skogens produkter och marknader. (Examensarbete 2006:79)
- Larsson, P. (2004). *Intern logistik på geijer timber torsås: Truckarnas koordinering och arbetsmetodik*. Växjö Universitet. Avdelningen för Skog och Träteknik. (Examensarbete 039/2004)
- Lindgren, R. (2009). *Analys av gps timber vid rundviks sågverk*. Sveriges Lantbruksuniversitet. Institutionen för skogens produkter. (Examensarbete 2009:33)
- Lundahl, C.G. (2009). *Loggning och optimering av timmerhantering*. TräCentrum Norr. Avdelningen för Träteknik. Slutrapport.
- Quang, L. och E. Vikstedt. (2013). *Stopptidsanalys och utnyttjandegrad på Kågesågens mätstation*. Luleå tekniska universitet. Institutionen för teknikvetenskap och matematik. (Examensarbete)
- Stefan, V. (2011). *Simulation of multi-agent system*. Högskolan Dalarna. (Examensarbete E4185D)
- Wänstedt, J. (2006). *Kvalitetsbrister i timmerhanteringen på ett sågverk*. Luleå tekniska universitet. Avdelningen för träteknologi. (Examensarbete 2006:301)

Muntliga referenser

- Andersson, P. 2014-04-03. *Systemutvecklare*. DataPolarna.
- Engberg, J. & H. Pellas. 2014-02-06. *Chef utlastning/it-ansvarig; processutveckling*. Bergkvist Insjön. GPS Timber Användardagar.
- Ericsson, M. 2014-02-06. *Konsult/projektledare*. Cartesia. GPS Timber Användardagar.
- Nilsson, F. 2014-02-05. *Platschef, Krylbo såg*. Karl Hedin. GPS Timber Användardagar.
- Oja, J. 2014-01-28. *Sågverkschef Kåge såg*. Norra Skogsägarna
- Sundin, J. 2014-04-09. *Projektledare*. Karl Hedin. Mailkontakt.

Internetreferenser

- VMF Qbera. *Travmätning* [Online]. <http://www.vmfqbera.se/default.asp?id=4717>. [2014-02-11].
- Skogsindustrierna. *Sågverkskris med ljusglimtar* [Online]. http://www.skogsindustrierna.org/skog_och_industri/innehall/skog_och_industri_nyhetsarkiv/nyheter_4/sagverkskris-med-ljusglimtar. [2014-02-11].
- Skogsindustrierna. *Stor potential även för sågverk* [Online]. http://www.skogsindustrierna.org/skog_och_industri/innehall/skog_och_industri_nyhetsarkiv/nyheter_4/stor-potential-aven-for-sagverk. [2014-02-11].
- Skogsägarna, N. *Vi jobbar för dig med din skog* [Online]. <http://www.norra.se/omnorra/foreningen/Pages/default.aspx>. [2014-02-11]

Bilagor

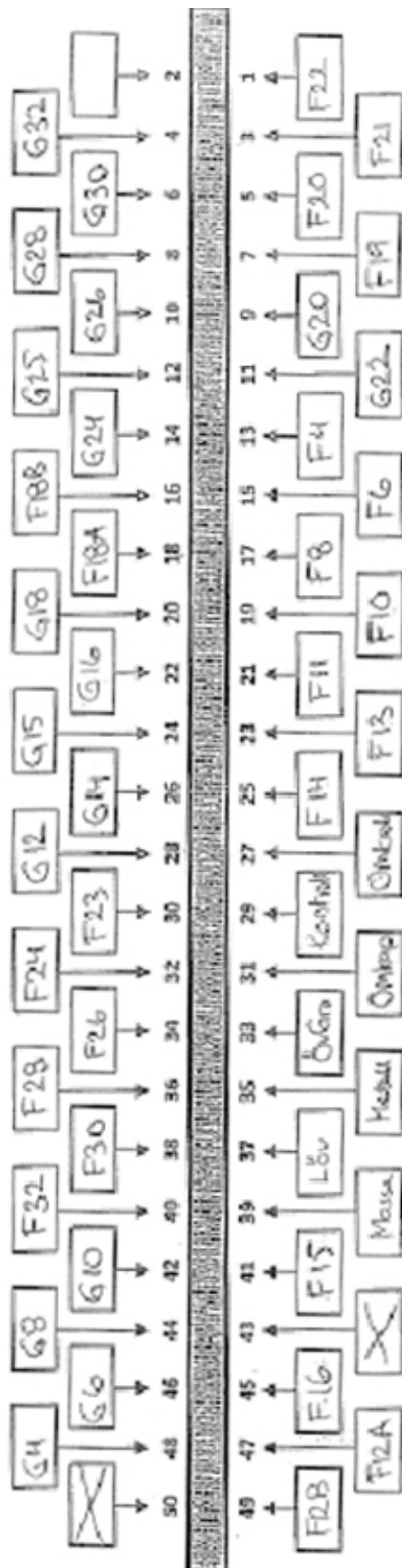
Bilaga 1. Timmerklasserna volym per sågkörning och över respektive underskott i lager med nuvarande timmerplansdesign

Timmerklass	Volym/sågkörning	Lager över/underskott
F04	418	90
F06	972	– 252
F08	564	34
F10	376	147
F11	672	23
F12-A	867	151
F12-B	1039	– 405
F13	584	464
F14	999	– 488
F15	887	– 509
F16	889	– 452
F18-A	1031	– 379
F18-B	1032	– 574
F19	682	– 263
F20	969	– 54
F21	893	35
F22	1261	273
F23	581	– 206
F24	1283	484
F26	1212	– 88
F28	1048	– 70
F30	1589	– 617
F32	800	– 190
G04	761	– 367
G06	871	– 306
G08	1133	– 463
G10	755	– 86
G12	1005	– 200
G14	1233	– 568
G15	742	– 255
G16	948	– 177
G18	982	– 291
G20	739	102
G22	762	150
G24	944	– 407
G25	919	– 338
G26	962	276
G28	769	– 87
G30	951	– 186
G32	504	– 11

Bilaga 2. Timmerklasserna volym per sågkörning och över respektive underskott i lager med ny timmerplansdesign

Timmerklass	Volym/sågkörning	Lager över/underskott
F04	418	24
F06	972	-193
F08	564	-151
F10	376	78
F11	672	-248
F12-A	867	-157
F12-B	1039	44
F13	584	-183
F14	999	13
F15	887	-399
F16	889	-159
F18-A	1031	-87
F18-B	1032	38
F19	682	-3
F20	969	120
F21	893	-349
F22	1261	-156
F23	581	-91
F24	1283	-128
F26	1212	-46
F28	1048	92
F30	1589	-77
F32	800	12
G04	761	-260
G06	871	-529
G08	1133	-415
G10	755	-167
G12	1005	-563
G14	1233	-359
G15	742	119
G16	948	-192
G18	982	-151
G20	739	-77
G22	762	-19
G24	944	-60
G25	919	-70
G26	962	-9
G28	769	-287
G30	951	305
G32	504	86

Bilaga 3. Förslag på ny fackdesign



Publications from The Department of Forest Products, SLU, Uppsala

Rapporter/Reports

1. Ingemarson, F. 2007. De skogliga tjänstemännens syn på arbetet i Gudruns spår. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
2. Lönnstedt, L. 2007. *Financial analysis of the U.S. based forest industry*. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
4. Stendahl, M. 2007. *Product development in the Swedish and Finnish wood industry*. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
5. Nylund, J-E. & Ingemarson, F. 2007. *Forest tenure in Sweden – a historical perspective*. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
6. Lönnstedt, L. 2008. *Forest industrial product companies – A comparison between Japan, Sweden and the U.S.* Department of Forest Products, SLU, Uppsala
7. Axelsson, R. 2008. Forest policy, continuous tree cover forest and uneven-aged forest management in Sweden's boreal forest. Licentiate thesis. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
8. Johansson, K-E.V. & Nylund, J-E. 2008. NGO Policy Change in Relation to Donor Discourse. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
9. Uetimane Junior, E. 2008. Anatomical and Drying Features of Lesser Known Wood Species from Mozambique. Licentiate thesis. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
10. Eriksson, L., Gullberg, T. & Woxblom, L. 2008. Skogsbruksmetoder för privatskogs-brukaren. *Forest treatment methods for the private forest owner*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
11. Eriksson, L. 2008. Åtgärdsbeslut i privatskogsbruket. *Treatment decisions in privately owned forestry*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
12. Lönnstedt, L. 2009. *The Republic of South Africa's Forests Sector*. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
13. Blicharska, M. 2009. *Planning processes for transport and ecological infrastructures in Poland – actors' attitudes and conflict*. Licentiate thesis. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
14. Nylund, J-E. 2009. *Forestry legislation in Sweden*. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
15. Björklund, L., Hesselman, J., Lundgren, C. & Nylinder, M. 2009. Jämförelser mellan metoder för fastvolymbestämning av stockar. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
16. Nylund, J-E. 2010. *Swedish forest policy since 1990 – reforms and consequences*. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
17. Eriksson, L., m.fl. 2011. Skog på jordbruksmark – erfarenheter från de senaste decennierna. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
18. Larsson, F. 2011. Mätning av bränsleved – Fastvolym, torrhalt eller vägning? Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
19. Karlsson, R., Palm, J., Woxblom, L. & Johansson, J. 2011. Konkurrenskraftig kundanpassad affärsutveckling för lövträ - Metodik för samordnad affärs- och teknikutveckling inom leverantörskedjan för björkämnen. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
20. Hannerz, M. & Bohlin, F., 2012. Markägares attityder till plantering av poppel, hybridasp och *Salix* som energigrödor – en enkätundersökning. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
21. Nilsson, D., Nylinder, M., Fryk, H. & Nilsson, J. 2012. Mätning av grothflis. *Measuring of fuel chips*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
22. Sjöstedt, V. 2013. *The Role of Forests in Swedish Media Response to Climate Change – Frame analysis of media 1992-2010*. Licentiate thesis. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
23. Nylinder, M. & Fryk, H. 2014. Mätning av delkvistad energived. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala

Examensarbeten/Master Thesis

1. Stangebye, J. 2007. Inventering och klassificering av kvarlämnad virkesvolym vid slutavverkning. *Inventory and classification of non-cut volumes at final cut operations*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
2. Rosenquist, B. 2007. Bidragsanalys av dimensioner och postningar – En studie vid Vida Alvesta. *Financial analysis of economic contribution from dimensions and sawing patterns – A study at Vida Alvesta*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
3. Ericsson, M. 2007. En lyckad affärsrelation? – Två fallstudier. *A successful business relation? – Two case studies*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
4. Ståhl, G. 2007. Distribution och försäljning av kvalitetsfuru – En fallstudie. *Distribution and sales of high quality pine lumber – A case study*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
5. Ekholm, A. 2007. Aspekter på flyttkostnader, fastighetsbildning och fastighetstorlekar. *Aspects on fixed harvest costs and the size and dividing up of forest estates*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
6. Gustafsson, F. 2007. Postningsoptimering vid sönderdelning av fura vid Sätters Ångsåg. *Saw pattern optimising for sawing Scots pine at Sätters Ångsåg*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
7. Götherström, M. 2007. Följdeckter av olika användningssätt för vedråvara – en ekonomisk studie. *Consequences of different ways to utilize raw wood – an economic study*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
8. Nashr, F. 2007. *Profiling the strategies of Swedish sawmilling firms*. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
9. Högsborn, G. 2007. Sveriges producenter och leverantörer av limträ – En studie om deras marknader och kundrelationer. *Swedish producers and suppliers of glulam – A study about their markets and customer relations*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
10. Andersson, H. 2007. *Establishment of pulp and paper production in Russia – Assessment of obstacles*. Etablering av pappers- och massaproduktion i Ryssland – bedömning av möjliga hinder. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
11. Persson, F. 2007. Exponering av trägolv och lister i butik och på mässor – En jämförande studie mellan sport- och bygghandeln. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
12. Lindström, E. 2008. En studie av utvecklingen av drivningsnett i skogsbruket. *A study of the net conversion contribution in forestry*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
13. Karlhager, J. 2008. *The Swedish market for wood briquettes – Production and market development*. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
14. Höglund, J. 2008. *The Swedish fuel pellets industry: Production, market and standardization*. Den Svenska bränslepelletsindustrin: Produktion, marknad och standardisering. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
15. Trulsson, M. 2008. Värmebehandlat trä – att inhämta synpunkter i produktutvecklingens tidiga fas. *Heat-treated wood – to obtain opinions in the early phase of product development*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
16. Nordlund, J. 2008. Beräkning av optimal batchstorlek på gavelspikningslinjer hos Vida Packaging i Hestra. *Calculation of optimal batch size on cable drum flanges lines at Vida Packaging in Hestra*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
17. Norberg, D. & Gustafsson, E. 2008. *Organizational exposure to risk of unethical behaviour – In Eastern European timber purchasing organizations*. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
18. Bäckman, J. 2008. Kundrelationer – mellan Setragroup AB och bygghandeln. *Customer Relationshipship – between Setragroup AB and the DIY-sector*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
19. Richnau, G. 2008. *Landscape approach to implement sustainability policies? - value profiles of forest owner groups in the Helgeå river basin, South Sweden*. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
20. Sokolov, S. 2008. *Financial analysis of the Russian forest product companies*. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
21. Färlin, A. 2008. *Analysis of chip quality and value at Norske Skog Pisa Mill, Brazil*. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
22. Johansson, N. 2008. *An analysis of the North American market for wood scanners*. En analys över den Nordamerikanska marknaden för träscannern. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
23. Terzieva, E. 2008. *The Russian birch plywood industry – Production, market and future prospects*. Den ryska björkplywoodindustrin – Produktion, marknad och framtida utsikter. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
24. Hellberg, L. 2008. Kvalitativ analys av Holmen Skogs internprissättningsmodell. *A qualitative analysis of Holmen Skogs transfer pricing method*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala

25. Skoglund, M. 2008. Kundrelationer på Internet – en utveckling av Skandias webbplats. *Customer relationships through the Internet – developing Skandia's homepages*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
26. Hesselman, J. 2009. Bedömning av kunders uppfattningar och konsekvenser för strategisk utveckling. *Assessing customer perceptions and their implications for strategy development*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
27. Fors, P-M. 2009. *The German, Swedish and UK wood based bio energy markets from an investment perspective, a comparative analysis*. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
28. Andrae, E. 2009. *Liquid diesel biofuel production in Sweden – A study of producers using forestry- or agricultural sector feedstock*. Produktion av förnyelsebar diesel – en studie av producenter av biobränsle från skogs- eller jordbrukssektorn. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
29. Barrstrand, T. 2009. Oberoende aktörer och Customer Perceptions of Value. *Independent actors and Customer Perception of Value*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
30. Fälldin, E. 2009. Påverkan på produktivitet och produktionskostnader vid ett minskat antal timmerlängder. *The effect on productivity and production cost due to a reduction of the number of timber lengths*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
31. Ekman, F. 2009. Stormskadornas ekonomiska konsekvenser – Hur ser försäkringsersättningsnivåerna ut inom familjeskogsbruket? *Storm damage's economic consequences – What are the levels of compensation for the family forestry?* Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
32. Larsson, F. 2009. Skogsmaskinföretagarnas kundrelationer, lönsamhet och produktivitet. *Customer relations, profitability and productivity from the forest contractors point of view*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
33. Lindgren, R. 2009. Analys av GPS Timber vid Rundviks sågverk. *An analysis of GPS Timber at Rundvik sawmill*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
34. Rådberg, J. & Svensson, J. 2009. Svensk skogsindustris framtida konkurrensfördelar – ett medarbetarperspektiv. *The competitive advantage in future Swedish forest industry – a co-worker perspective*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
35. Franksson, E. 2009. Framtidens rekrytering sker i dag – en studie av ingenjörstudenter uppfattningar om Södra. *The recruitment of the future occurs today – A study of engineering students' perceptions of Södra*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
36. Jonsson, J. 2009. *Automation of pulp wood measuring – An economical analysis*. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
37. Hansson, P. 2009. *Investment in project preventing deforestation of the Brazilian Amazonas*. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
38. Abramsson, A. 2009. Sydsvenska köpsågverksstrategier vid stormtimmerlagring. *Strategies of storm timber storage at sawmills in Southern Sweden*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
39. Fransson, M. 2009. Spridning av innovationer av träprodukter i byggvaruhandeln. *Diffusion of innovations – contrasting adopters views with non adopters*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
40. Hassan, Z. 2009. *A Comparison of Three Bioenergy Production Systems Using Lifecycle Assessment*. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
41. Larsson, B. 2009. Kunders uppfattade värde av svenska sågverksföretags arbete med CSR. *Customer perceived value of Swedish sawmill firms work with CSR*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
42. Raditya, D. A. 2009. *Case studies of Corporate Social Responsibility (CSR) in forest products companies - and customer's perspectives*. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
43. Cano, V. F. 2009. *Determination of Moisture Content in Pine Wood Chips*. Bachelor Thesis. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
44. Arvidsson, N. 2009. Argument för prissättning av skogsfastigheter. *Arguments for pricing of forest estates*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
45. Stjernberg, P. 2009. Det hyggesfria skogsbruket vid Yttringe – vad tycker allmänheten? *Continuous cover forestry in Yttringe – what is the public opinion?* Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
46. Carlsson, R. 2009. *Fire impact in the wood quality and a fertilization experiment in Eucalyptus plantations in Guangxi, southern China*. Brandinverkan på vedkvaliteten och tillväxten i ett gödselexperiment i Guangxi, södra Kina. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
47. Jerenius, O. 2010. Kundanalys av tryckpappersförbrukare i Finland. *Customer analysis of paper printers in Finland*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
48. Hansson, P. 2010. Orsaker till skillnaden mellan beräknad och inmätt volym grot. *Reasons for differences between calculated and scaled volumes of tops and branches*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala

49. Eriksson, A. 2010. *Carbon Offset Management - Worth considering when investing for reforestation CDM*. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
50. Fallgren, G. 2010. På vilka grunder valdes limträleverantören? – En studie om hur Setra bör utveckla sitt framtida erbjudande. *What was the reason for the choice of glulam deliverer? - A studie of proposed future offering of Setra*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
51. Ryno, O. 2010. Investeringskalkyl för förbättrat värdeutbyte av furu vid Krylbo sågverk. *Investment Calculation to Enhance the Value of Pine at Krylbo Sawmill*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
52. Nilsson, J. 2010. Marknadsundersökning av färdigkapade produkter. *Market investigation of pre cut lengths*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
53. Mörner, H. 2010. Kundkrav på biobränsle. *Customer Demands for Bio-fuel*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
54. Sunesdotter, E. 2010. Affärsrelationers påverkan på Kinnarps tillgång på FSC-certifierad råvara. *Business Relations Influence on Kinnarps' Supply of FSC Certified Material*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
55. Bengtsson, W. 2010. Skogsfastighetsmarknaden, 2005-2009, i södra Sverige efter stormarna. *The market for private owned forest estates, 2005-2009, in the south of Sweden after the storms*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
56. Hansson, E. 2010. Metoder för att minska kapitalbindningen i Stora Enso Bioenergis terminallager. *Methods to reduce capital tied up in Stora Enso Bioenergy terminal stocks*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
57. Johansson, A. 2010. Skogsallmänningars syn på deras bankrelationer. *The commons view on their bank relations*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
58. Holst, M. 2010. Potential för ökad specialanpassning av trävaror till byggföretag – nya möjligheter för träleverantörer? *Potential for greater customization of the timber to the construction company – new opportunities for wood suppliers?* Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
59. Ranudd, P. 2010. Optimering av råvaruflöden för Setra. *Optimizing Wood Supply for Setra*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
60. Lindell, E. 2010. Rekreation och Natura 2000 – målkonflikter mellan besökare och naturvård i Stendörrens naturreservat. *Recreation in Natura 2000 protected areas – visitor and conservation conflicts*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
61. Coletti Pettersson, S. 2010. Konkurrentanalys för Setragroup AB, Skutskär. *Competitive analysis of Setragroup AB, Skutskär*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
62. Steiner, C. 2010. Kostnader vid investering i flisaggregat och tillverkning av pellets – En komparativ studie. *Expenses on investment in wood chipper and production of pellets – A comparative study*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
63. Bergström, G. 2010. Bygghandelns inköpsstrategi för träprodukter och framtida efterfrågan på produkter och tjänster. *Supply strategy for builders merchants and future demands for products and services*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
64. Fuente Tomai, P. 2010. *Analysis of the Natura 2000 Networks in Sweden and Spain*. Bachelor Thesis. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
65. Hamilton, C-F. 2011. Hur kan man öka gallringen hos privata skogsägare? En kvalitativ intervjustudie. *How to increase the thinning at private forest owners? A qualitative questionnaire*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
66. Lind, E. 2011. Nya skogsbaserade material – Från Labb till Marknad. *New wood based materials – From Lab to Market*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
67. Hulusjö, D. 2011. Förstudie om e-handel vid Stora Enso Packaging AB. *Pilot study on e-commerce at Stora Enso Packaging AB*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
68. Karlsson, A. 2011. Produktionsekonomi i ett lövsågverk. *Production economy in a hardwood sawmill*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
69. Bränngård, M. 2011. En konkurrensanalys av SCA Timbers position på den norska bygghandelsmarknaden. *A competitive analyze of SCA Timbers position in the Norwegian builders merchant market*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
70. Carlsson, G. 2011. Analysverktyget Stockluckan – fast eller rörlig postning? *Fixed or variable tuning in sawmills? – an analysis model*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
71. Olsson, A. 2011. Key Account Management – hur ett sågverksföretag kan hantera sina nyckelkunder. *Key Account Management – how a sawmill company can handle their key customers*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala

72. Andersson, J. 2011. Investeringsbeslut för kraftvärmeproduktion i skogsindustrin. *Investment decisions for CHP production in The Swedish Forest Industry*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
73. Bexell, R. 2011. Hög fyllnadsgrad i timmerlagret – En fallstudie av Holmen Timbers sågverk i Braviken. *High filling degree in the timber yard – A case study of Holmen Timber's sawmill in Braviken*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
74. Bohlin, M. 2011. Ekonomisk utvärdering av ett grantimmersortiment vid Bergkvist Insjön. *Economic evaluation of one spruce timber assortment at Bergkvist Insjön*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
75. Enqvist, I. 2011. Psykosocial arbetsmiljö och riskbedömning vid organisationsförändring på Stora Enso Skutskär. *Psychosocial work environment and risk assessment prior to organizational change at Stora Enso Skutskär*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
76. Nylinder, H. 2011. Design av produktkalkyl för vidareförädlade trävaror. *Product Calculation Design For Planed Wood Products*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
77. Holmström, K. 2011. Viskosmassa – framtid eller fluga. *Viscose pulp – fad or future*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
78. Holmgren, R. 2011. Norra Skogsägarnas position som trävaruleverantör – en marknadsstudie mot bygghandeln i Sverige och Norge. *Norra Skogsägarnas position as a wood-product supplier – A market investigation towards the builder-merchant segment in Sweden and Norway*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
79. Carlsson, A. 2011. Utvärdering och analys av drivningsentreprenörer utifrån offentlig ekonomisk information. *Evaluation and analysis of harvesting contractors on the basis of public financial information*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
80. Karlsson, A. 2011. Förutsättningar för betalningsgrundande skördarmätning hos Derome Skog AB. *Possibilities for using harvester measurement as a basis for payment at Derome Skog AB*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
81. Jonsson, M. 2011. Analys av flödesekonomi - Effektivitet och kostnadsutfall i Sveaskogs verksamhet med skogsbränsle. *Analysis of the Supply Chain Management - Efficiency and cost outcomes of the business of forest fuel in Sveaskog*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
82. Olsson, J. 2011. Svensk fartygsimport av fasta trädbaserade biobränslen – en explorativ studie. *Swedish import of solid wood-based biofuels – an exploratory study*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
83. Ols, C. 2011. Retention of stumps on wet ground at stump-harvest and its effects on saproxylic insects. Bevarande av stubbar vid stubbrytning på våt mark och dess inverkan på vedlevande insekter. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
84. Börjegen, M. 2011. Utvärdering av framtida mätmetoder. *Evaluation of future wood measurement methods*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
85. Engström, L. 2011. Marknadsundersökning för högvärdiga produkter ur klenkubb. *Market survey for high-value products from thin sawn timber*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
86. Thorn-Andersen, B. 2012. Nuanskaffningskostnad för Jämtkrafts fjärrvärmeanläggningar. *Today-acquisition-cost for the district heating facilities of Jämtkraft*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
87. Norlin, A. 2012. Skogsägarföreningarnas utveckling efter krisen i slutet på 1970-talet – en analys av förändringar och trender. *The development of forest owners association's in Sweden after the crisis in the late 1970s – an analysis of changes and trends*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
88. Johansson, E. 2012. Skogsbränslebalansen i Mälardalsområdet – Kraftvärmeverkens syn på råvaruförsörjningen 2010-2015. *The balance of wood fuel in the region of Mälardalen – The CHP plants view of the raw material supply 2010-2015*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
89. Biruk, K. H. 2012. *The Contribution of Eucalyptus Woodlots to the Livelihoods of Small Scale Farmers in Tropical and Subtropical Countries with Special Reference to the Ethiopian Highlands*. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
90. Otuba, M. 2012. *Alternative management regimes of Eucalyptus: Policy and sustainability issues of smallholder eucalyptus woodlots in the tropics and sub-tropics*. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
91. Edgren, J. 2012. *Sawn softwood in Egypt – A market study*. En marknadsundersökning av den Egyptiska barrträmarknaden. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
92. Kling, K. 2012. *Analysis of eucalyptus plantations on the Iberian Peninsula*. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
93. Heikkinen, H. 2012. Mätning av sorteringsdiameter för talltimmer vid Kastets sågverk. *Measurement of sorting diameter for pine logs at Kastet Sawmill*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala

94. Munthe-Kaas, O. S. 2012. Markedsanalyse av skogsforsikring i Sverige og Finland. *Market analysis of forest insurance in Sweden and Finland*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
95. Dietrichson, J. 2012. Specialsortiment på den svenska rundvirkesmarknaden – En kartläggning av virkeshandel och -mätning. *Special assortments on the Swedish round wood market – A survey of wood trade and measuring*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
96. Holmquist, V. 2012. Timmerlängder till Iggesunds sågverk. *Timber lengths for Iggesund sawmill*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
97. Wallin, I. 2012. *Bioenergy from the forest – a source of conflict between forestry and nature conservation? – an analysis of key actor's positions in Sweden*. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
98. Ederyd, M. 2012. Användning av avverkningslikvider bland svenska enskilda skogsägare. *Use of harvesting payments among Swedish small-scale forest owners*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
99. Högberg, J. 2012. Vad påverkar marknadsvärdet på en skogsfastighet? - En statistisk analys av markvärdet. *Determinants of the market value of forest estates. - A statistical analysis of the land value*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
100. Säaf, M. 2012. Förvaltning av offentliga skogsfastigheter – Strategier och handlingsplaner. *Management of Municipal Forests – Strategies and action plans*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
101. Carlsson, S. 2012. Faktorer som påverkar skogsfastigheters pris. *Factors affecting the price of forest estates*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
102. Ek, S. 2012. FSC-Fairtrade certifierade trävaror – en marknadsundersökning av två byggvaruhandlare och deras kunder. *FSC-Fairtrade labeled wood products – a market investigation of two builders' merchants, their business customers and consumers*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
103. Bengtsson, P. 2012. Rätt pris för timmerråvaran – en kalkylmodell för Moelven Vänerply AB. *Right price for raw material – a calculation model for Moelven Vänerply AB*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
104. Hedlund Johansson, L. 2012. Betalningsplaner vid virkesköp – förutsättningar, möjligheter och risker. *Payment plans when purchasing lumber – prerequisites, possibilities and risks*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
105. Johansson, A. 2012. *Export of wood pellets from British Columbia – a study about the production environment and international competitiveness of wood pellets from British Columbia*. Träpelletsexport från British Columbia – en studie om förutsättningar för produktion och den internationella konkurrenskraften av träpellets från British Columbia. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
106. af Wählberg, G. 2012. Strategiska val för Trivselhus, en fallstudie. *Strategic choices for Trivselhus, a case study*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
107. Norlén, M. 2012. Utvärdering av nya affärsområden för Luna – en analys av hortikulturindustrin inom EU. *Assessment of new market opportunities for Luna – an analysis of the horticulture industry in the EU*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
108. Pilo, B. 2012. Produktion och beståndsstruktur i fullskiktad skog skött med blädningsbruk. *Production and Stand Structure in Uneven-Aged Forests managed by the Selection System*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
109. Elmkvist, E. 2012. Den ekonomiska konsekvensen av ett effektiviseringsprojekt – fallet förbättrad timmersortering med hjälp av röntgen och 3D-mätning. *The economic consequences of an efficiency project - the case of improved log sorting using X-ray and 3D scanning*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
110. Pihl, F. 2013. Beslutsunderlag för besökarundersökningar - En förstudie av Upplandsstiftelsens naturområden. *Decision Basis for Visitor Monitoring – A pre-study of Upplandsstiftelsen's nature sites*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
111. Hulusjö, D. 2013. *A value chain analysis for timber in four East African countries – an exploratory case study*. En värdekedjeanalys av virke i fyra Östafrikanska länder – en explorativ fallstudie. Bachelor Thesis. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
112. Ringborg, N. 2013. Likviditetsanalys av belånade skogsfastigheter. *Liquidity analysis of leveraged forest properties*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
113. Johnsson, S. 2013. Potential för pannvedsförsäljning i Nederländerna - en marknadsundersökning. *Potential to sell firewood in the Netherlands – a market research*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
114. Nielsen, C. 2013. Innovationsprocessen: Från förnyelsebart material till produkt. *The innovation process: From renewable material to product*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
115. Färdeman, D. 2013. Förutsättningar för en lyckad lansering av "Modultrall" - En studie av konsumenter, små byggföretag och bygghandeln. *Prerequisites for a successful launch of Modular Decking - A study of consumers, small building firms and builders merchants firms*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala

116. af Ekenstam, C. 2013. Produktionsplanering – fallstudie av sågverksplanering, kontroll och hantering. *Production – case study of sawmill Planning Control and Management*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
117. Sundby, J. 2013. Affärsrådgivning till privatskogsägare – en marknadsundersökning. *Business consultation for non-industry private forest owners – a market survey*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
118. Nylund, O. 2013. Skogsbränslekedjan och behov av avtalsmallar för skogsbränsleentreprenad. *Forest fuel chain and the need for agreement templates in the forest fuel industry*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
119. Hoflund, P. 2013. Sågklassläggning vid Krylbo såg – En studie med syfte att öka sågutbytet. *Saw class distribution at Krylbo sawmill - a study with the aim to increase the yield*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
120. Snögren, J. 2013. Kundportföljen i praktiken – en fallstudie av Orsa Lamellträ AB. *Customer portfolio in practice – a case study of Orsa Lamellträ AB*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
121. Backman, E. 2013. Förutsättningar vid köp av en skogsfastighet – en analys av olika köparens kassaflöde vid ett fastighetsförvärv. *Conditions in an acquisition of a forest estate – an analysis of different buyers cash flow in a forest estate acquisition*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
122. Jacobson Thalén, C. 2013. Påverkan av e-handels framtida utveckling på pappersförpackningsbranschen. *The future impact on the paper packaging industry from online sales*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
123. Johansson, S. 2013. Flödesstyrning av biobränsle till kraftvärmeverk – En fallstudie av Ryaverket. *Suggestions for a more efficient flow of biofuel to Rya Works (Borås Energi och Miljö AB)*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
124. von Ehrenheim, L. 2013. *Product Development Processes in the Nordic Paper Packaging Companies: An assessments of complex processes*. Produktutvecklingsprocesser i de nordiska pappersförpackningsföretagen: En analys av komplexa processer. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
125. Magnusson, D. 2013. Investeringsbedömning för AB Karl Hedins Sågverk i Krylbo. *Evaluation of an investement at AB Karl Hedin's sawmill in Krylbo*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
126. Fernández-Cano, V. 2013. Epoxidiserad linolja som hydrofob substans för träskydd - teknologi för behandling och egenskaper av modifierat trä. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
127. Lönnqvist, W. 2013. Analys av värdeoptimeringen i justerverket – Rörvik Timber. *Analysis of Value optimization in the final grading – Rörvik Timber*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
128. Pettersson, T. 2013. Rätt val av timmerråvara – kan lönsamheten förbättras med en djupare kunskap om timrets ursprung? *The right choice of saw logs – is it possible to increase profitability with a deeper knowledge about the saw logs' origin?* Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
129. Schotte, P. 2013. Effekterna av en ny råvara och en ny produktmix i en komponentfabrik. *Effects of a new raw material and a new productmix in a component factory*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
130. Thiger, E. 2014. Produktutveckling utifrån nya kundinsikter. *Product development based on new customer insights*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
131. Olsson, M. 2014. Flytande sågklassläggning på Iggesund sågverk. *Flexible sorting of logs at Iggesund sawmill*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
132. Eriksson, F. 2014. Privata skogsägares betalningsvilja för skogsförvaltning. *Non- industrial private forest owners' willingness to pay for forest administration*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
133. Hansson, J. 2014. Marknadsanalys av douglasgran (*Pseudotsuga menziesii* [Mirb.] Franco) i Sverige, Danmark och norra Tyskland. *Market analysis of douglas fir (Pseudotsuga menziesii [Mirb.] Franco) in Sweden, Denmark and northern Germany*.
134. Magnusson, W. 2014. *Non-state actors' role in the EU forest policy making – A study of Swedish actors and the Timber Regulation negotiations*. Icke statliga aktörers roll i EU:s skogspolitik – En studie av svenska aktörer i förhandlingarna om timmerförordningen. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
135. Berglund, M. 2014. Logistisk optimering av timmerplan – En fallstudie av Kåge såg. *Logistical optimization of the timber yard – A case study of Kåge såg*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala

Distribution
Sveriges lantbruksuniversitet
Institutionen för skogens produkter
Department of Forest Products
Box 7008
SE-750 07 Uppsala, Sweden
Tfn. +46 (0) 18 67 10 00
Fax: +46 (0) 18 67 34 90
E-mail: sprod@slu.se